رادة مرات المتوالد (نوا) <u>د وص</u>عيا المرورة

C ...

622-

وزارة النفط

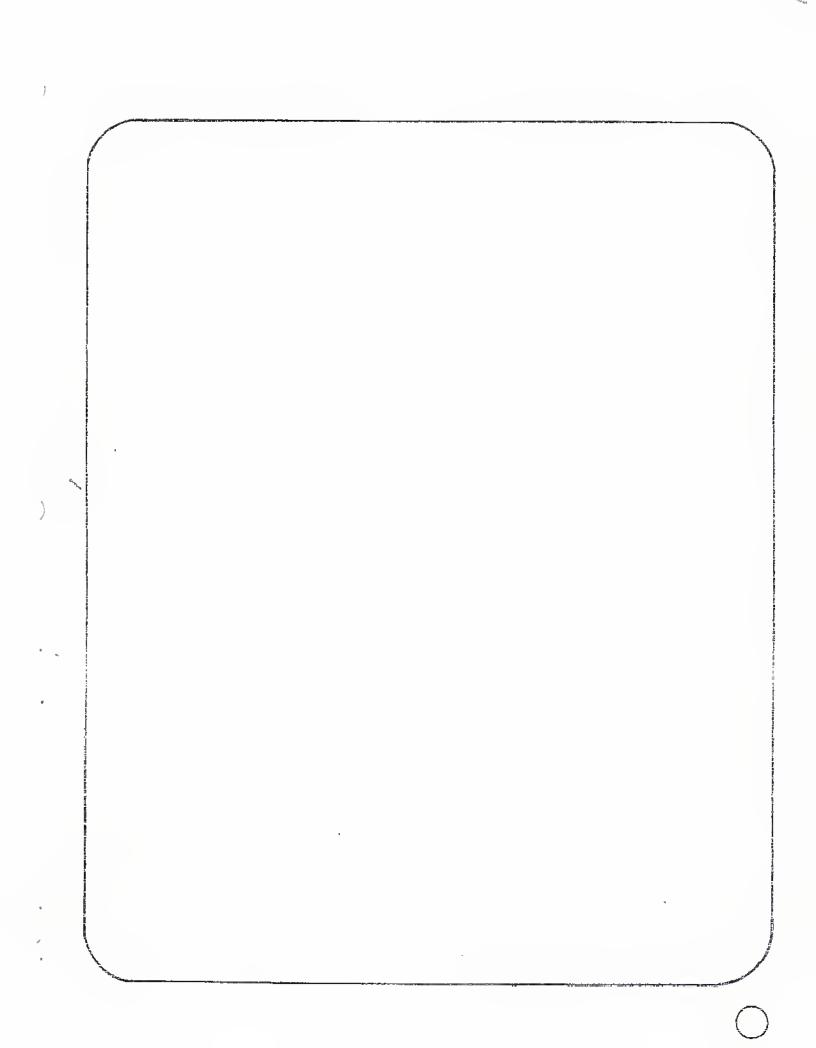
الجمهورية العراقية

المؤسسة العامة لتصفية النفط وصناعة الفسساز

1979

الفي النات النات الناب النات الناب ا

صّم اله والتفتيق - معنى الدوره



« الفحص الهندسي في النشآت النفطية)»

اعسداد قسم السلامة والتفتيش معسفي السدورة

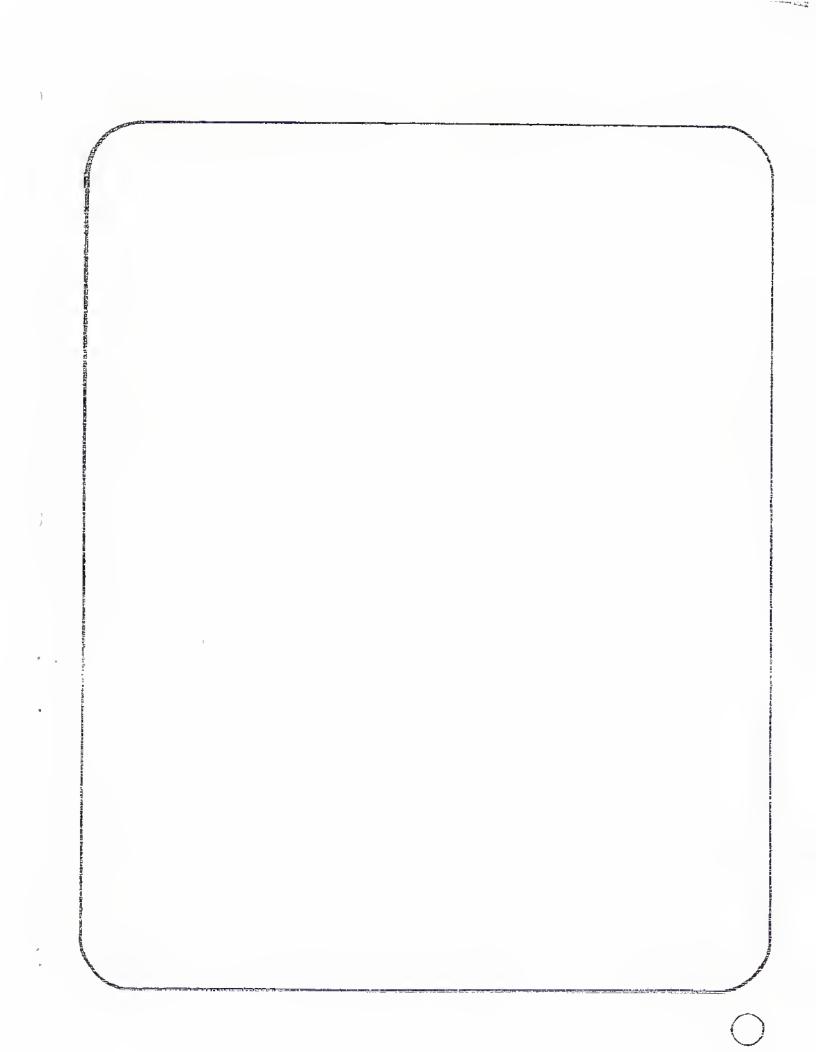
بدري مالح جاسم / رئيس هيئة التحرير علي أحمد مصطفى / مساعد هيئة التحرير

المشماركون

كامل جعفر الفتاي بدري صالح جاسم علي احمد مصطفى حكمت جعفر الحسن ارشد محمد علي زاهر شاكر السلمان زهير عبدالاحد ميرزا علي علي جاسم كاظم شمون جرجيس اسسحق عبدالةعادر عبدالوهاب فهد.

قام بطبع وتحضير التقارير والمذ المسور الفوتوغرافية واستنساح المطوطات والمور الاخرى السادة :عبدالمحسن عبدالسادة
عبدالمحسين وشاح

قام بالاشراف على الطبع في مطبعة سلمى الننية الحديثة ومراجعة النصوص ونهيئلة المخططات للطبع الانسة عامرة غانم احمد ·





عزيسزي القساريء

يسرنا أن نضع بين يديك هذا الكتاب (الفحص الهندسي في المنشآت النفطية) آملين أن يكون لك عونا كبيرا في كل مايتعاق باعمال الفحص الهندسي للمعدات والاجهزة الصناعية المختلفة ٠٠ وخاصسة تلك التي تتعلق بالصناعة النفطية ٠

√ يعرف الفاحص الهندسي بانه الشخص الؤهل لاجراء فحص او اختبار او تدقيق او القيام باي عملية للتمكن من معرفة مدى صلاحية اي جهاز اومعدة للاشتفال بصورة سليمة تحسب الظروف التشفيلية المسلطة .

APT

وبناء على هذا التعريف الوارد في دلي للفحص الهندسي لمهد البترول الامريكي ٠٠ لايخفي عليك اهمية هذا العمل الكبير وخاصة اذا نظرنا الى تعقد اجهزة ومعدات الصناعة النفطية وتنوعها ٠ في بداية هذا القرن كانت عمليات تصليف تصليف النفط الخام تتم تحت ظروف معتدلة تسبيا وللم

تكن تتجاوز (١٠٠) باوند / الانج المربـــع و٥٠٧درجة فهرنهايت في افران التسخين ٠

وبعد الدرب العالمية الاولى والزيادة السريعة التي حدثت باستعمال السيارات وتطور محركات الديزل مما ادى الى ضرورة انتاج كميات كبيرة من البنزين وزيت الغاز على حساب المنتجات الثقيلية المكونة للنفط الخام • • حيث تم ذلك باستعملل الرق انتاج مناسبة لتكسير المنتجات الثقيلة بغيلة زيادة المنتجات الخفيفة بالنسبة للنفط المخام • وللم يكن قلك ممكنا الا باستعمال طرق انتاج تزداد فيها درجات الحرارة والضغط كثيرا عن الحدود التسليكانت تستعمل في بداية عهد التصفية •

ولقد اصبح واضحا مدى الحاجة الى وسائل فحص كفوءة للتمكن من معرفة سلامة الاجهسزة المستعملة في عمايات التصفية وذلك للمحافظة على الارواح والمتلكات من جهة ، وللتمكن من ادامة استمرارية التشغيل ولفترات طويلة من جهسة أخسرى .

ولقد تطور واجب الفحص الهندسي ٠٠ مسنعمليات الكشف على الاجهزة بفية اجراء التصليحات اللازمة عليها الى عمليات تقدير عمر هذه الاجهزة ٠٠ ودراسة التردي الذي يصيبها واقتسسراح الوسائل الكفيلة بايقافه ٠٠ كما تطلب مهسسارات واجهزة جديدة ادخلت بالتدريج الى عمليات الفحص الهندسي ٠٠ كالتصويس الشسعاعي والذبذبات فوق الصوتية والنظائر المشعة والتصوير الحراري وغيرها ٠

كما ادت الحاجة الى معالجة المنتجات وازالةالشوائب فيها كالكبريت وغيره الى استعمال طسرق انتاج جديدة ادخلت بواسطتها معادن وسبائك حديثة في صنع الاجهزة والمعدات لم تكن مستعملة سابقا مدادت الى تطورات اضافية في مجال الفحسس الهندسي حيث اصبح مرتبطا بصورة وثيقة مع علسم

Metallurgy · leading ; Metallurgy



يحتوي هذا الكتاب على منة فصول تتعسر ضالى اساليب واجهزة الفحص الهندسي وطرقه المختلفة بالنسبة للمعدات النفطية ١٠ اضافة على احتوائه على فصل مهم جدا لشرح ظاهرة التآكل ومسبباتها وفصلا اخر عن اللحام بانواعه المختلفة٠٠ والسبل الكفيلة للحصول على لحام جيد ٠

وهذا الكتاب ١٠٠ لم يكن الأحصيلة جهد كبيرمن منتسبي قسم السلامة والتفتيش في المشسئة المامة لتصفية النفط في المنطقة الوسطى / مصفى الدورة ١٠٠ وكان اعداده لتيجة للشعور بحاجسة المهندس الدائمة الى مثل هذا الدليل كمرجع عملاولا ، وكوسيلة ثقافية لتعريف مهندسي التنسفيل والصيانة باهمية القحص الهندسي من جهة وباساليب المحافظة على المحدات وأدامتها من جهة ثانية ٠

وان انا أملا كبيرا في أن تتطور مهنة الفحص الهندسي في العراق لكي تواكب التعللبات الجديدة لنهضتنا الصناعية وأن الجهد يجب أن ينصب في السنوات القادمة على مايلي :-

- ٢ حلق جيل من الفاحصين المدربين على مختلف اجپزة الفحص لهم القابلية الجيدة في تفسير نتائج
 عملهم واعطاء القرارات الصحيحة •
- ٢ _ المتمكن من شراء واستعمال الاجهزة الحدينة والمتطورة التي تدخل الى هذه العملية باستمرار •
- ٣ ــ اقامة علاقات جيدة مع شركات ومعاهد الفحص الهندسي التعاون في حل مشاكل مشتركة بطرق علمية واقتصادية ٠٠ وكذلك في تبادل المضرات ونقل التكنولوجيا ٠
- إلى الدخول في مجالات الفحص الاغـــراض المشاريع قبل واثناء الانشاء وكذلك فحص المعدات اثناء التصنيع بصورة اكبر مما يجري هاليا .
- ه ـ الوصول الى اساليب محص متكاملة لمجمل القطاح الصناعي الأغراض محص المعدات المتشابهة وعدم اقتصار ذلك على سناعة معينـة دون غيرهـ ٠

وختاما اور أن الشكر منتسس قسم السلامة والتنتيش في المنشأة العالمة النفط في المنطقة المنطقة المنطقة الموسطى / مصفى الدورة ١٠ على جهدهم في اعداد هذا الكتاب متمنيا لهم النجاح والموفقية في عملهم ١٠ وامال منهم متابعة كافة التطورات الجديدة بفية الخالها على طبعاته القادمة ٠

ولايمكن أن ننسى في هذا المجال الدعم الذي نلقاه دائما من وزارة النفط والمؤسسة العامة لتمشية النفط وحدثاعة الفاز التي شجعت كثيرا في الاقدام على كل عمل علمي فيه غائدة واضحة الهندسي الوقت الحاضر والمستقبل.

سعدائله الفندي مدير عام المندأة العامة لتصفية النفط أي العلقة الرسطى / مصنى الدورة .



بسم الله الرحمن الرحيم

يسر قسم السلامة والتقنيش بمصفى الدورة ان يقدم هذا الجهد المتواضع (الفحص الهندسي في المنشآت النفطيسة) استهاما منت بدفسع عجلة التقدم في خلل ثورة السابع عشر من تمتوز المباركة وقد توخينا في هذا الكتابان يكون عوناللمهندسين والملاحظين الفنيين الذين يعملون فسي مجال الفحص الهندسي المنشآت النفطية بمتورة خاصة وكمرجع اساس للممل اليومي والمشاكل الانهة وهو بطبيعة المال لايفني عن النظم القياسية والمواصفات المالية ، ويحوي الكتاب على فصل كامل عن اللحام لايماننا باهمية هذا الفن فسيالصناعات الحديثة وفي مجال المتشات النفطيسة بمتورة خاصة حيث يتطلب ان تكون وصلات اللحام على مستوى من التكييك لتحميل ظهروف التشفيل المسجة وتوفي السلامة للمعدات الثمينة .

أما باتي نمول الكتاب فتهتم اساسا بمشاكل التاكل في المنشآت النفطية وطرق الفحص غسي المتلف واجهزة الفحص مراعين في ذلك أحدث الاساليب في الفحص واكثرها عمليا في الوقت الحاضر مع الاشارة الى بعض الطرق القديم التي يمكن استممالها في المعامل المفرة التي تملك المدات الحديثة •

كما يستطيع القارىء ان يجد كثيرا من الاسس النظرية والمعادلات الرياضية المستخدمة في مجال المحص الهندسي والتي قد تكون من الامور المهمة لمهندس الفحص ــ أما أذا أراد التعمق اكثر فــي هذه الناحية فعليه الرجوع إلى المعادر المتخصصة في أي فرع والتي أشرنا اليها في نهاية الكتاب •

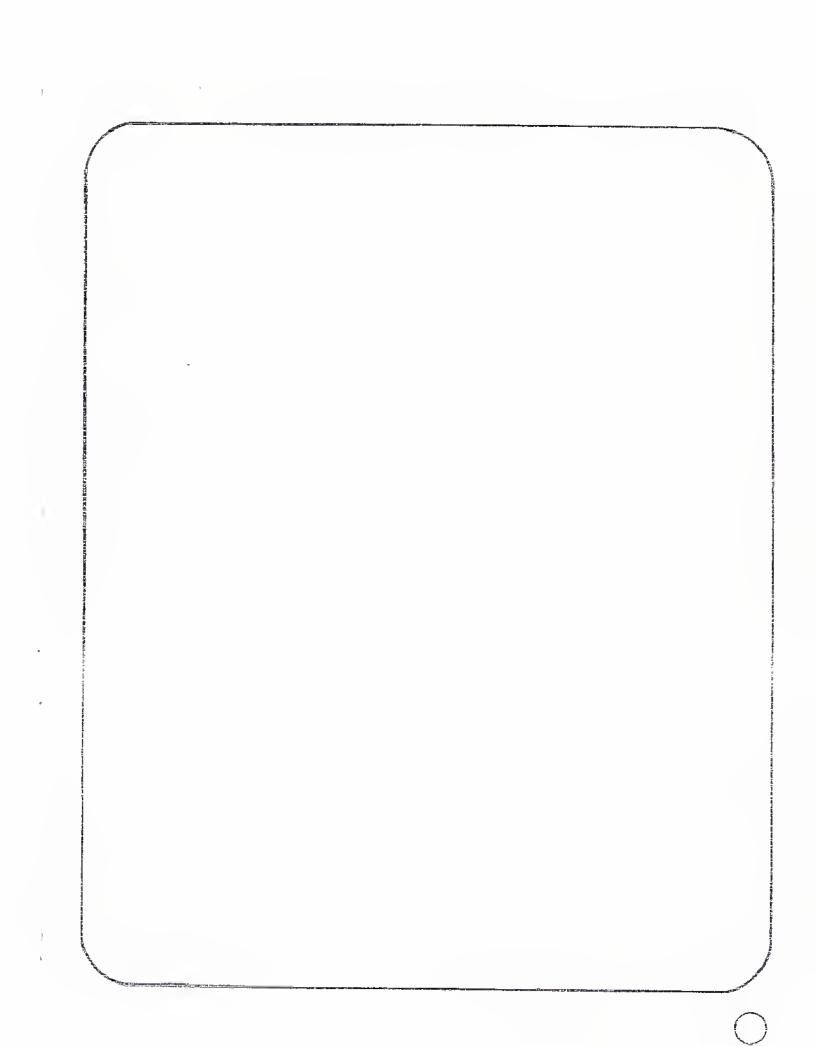
واهم مايميز هذا الكتاب انه يحتوي علسى كثير من الخبرة الخاصة التي اكتسبها منتسبوا قسم السلامة والتفتيش كاقدم جهاز مسؤول عنالفعص الهندسي للمنشآت النفطية الموجودة في انحاء المسراق •

وبهذه المناسبة اود ان اشكر السادة الذيسنساهموا في اعداد التقارير المختلفة واخمى بالذكر هنهم السيد كامل جمفر الفتلي مدير مصفى الدورة والمدير السابق لقسم السلامة والتفتيش الذي كان له الفضل في اعداد كوادر القسم ودعم جهودنالاخراج هذا الكتاب وقد اخذت من محامسراته كثير من المطومات في هذا الكتاب .

كما اشكر السادة عبد المدسس عبد السادة وعبد المسسين وشساح وسسسعاد عبد الواهد وعامسرة غانسم اهمسد الذيسس بذلوامجهودا كبيرا في طبع التقارير واخد المسسور الفوتوغرافية واستنساخ الخرائط واعمال مساعدة اخسرى •

وبعد نرجو أن يقدم هذا الكتاب الهدف المشود من أشراجه وأن يسد ثغرة أساسية في هذا المجال والله الموفق •

بدري صالح جاسم هدير قسم السلامة والتفتيش مصفى الدورة





Idle Egrapment الفصل الاول: ألتآكل رابعا : حماية الاجهزة المتوقفة عن التشعال : نظرية التآكل 16 1 - قواعد الحماية _ التآكال في الحوامني - مصادر الاضرار والتلف التآكل في المحاليل القاءدية والمتعادلة - اسس وضع نظام فعال للحماية ــ التآكل في المحاليل الاخرى ـ الظروف المؤثرة على متطلبات الحماية ــ التفاعلات الكهروكيمياوية - تحديد الحماية المطاوبة ـ ظاهرة الاستقطاب - حارق الحماية ـ حود التآكل ــ الحماية الداخلية جهد التأكسد والاختزال _ الحماية العامة _ الخماول - الحماية بواسطة تغيير الجو المديا _ الجدول الكلفاني طرق الحماية لمعدات معينة ثانيا : انواع التآكل ـ المعدات المكانيكية ـ التآكل المنتظـم ـــــ المبردات والمبادلات الحرارية ـ التنقر الخزانات واوعنة الضغط _ التآط الكالفاني _ الاجهـزة الدقيقة ــ تآكل حدود مجاميم بلورات الممدن الانابيب والصمامات وملحقاتها _ التآكل الجمدي المعدات الكهرمائية ـــ التآكل والتعرية ـــ الاغران والمداخن ـ التآكل بالهيدروجين _ المنشآت المديدية _ الانفصال بالتآكل : بعض مشاكل التآكل في مصفى خامسا : طرق الحماية من التآكل كالثا السدورة اختيار السبيكة أو الممدن المناسب تآكل المنطقة العلوية من ابراج التصغية _ تغيير المحيط _ تآكل انابيب افران التصفية _ التحميم _ التآكل في الخزانات

التآكل في مبردات البرويان

التاكل في درجات الدرارة العالية

الحماية الكاثردية

التعدلية

سد مكونات جهاز الأنسعة السعانية ــ التاكل في افران P.D.A. _ الطف المستمر _ التآكل في وحدة الفرفرال _ امتصاص الانشعة التآمل في وحدة تحدين البنزين _ تأثر شدة التبار المصل الثاني: أجهزة وطرق المحمى ــ تأثر فرق الدود : الفحص البصري Y .5 _ المرشحات ثانياً : المُحمَّن المطرقي _ النظائر المشعة : الفحم بالذبذبات فوق الموتية فآلثا _ كنف تتولد اشعة كاما _ المصوت _ أغلام التعموير _ دارتي انتفال الصوت _ التمارض س سرعة المجات الصوقية _ الطحات ـ ظاهرة البيرو الكبربائية _ التشــويه _ احهزة النحمل بالموجات فوق الموتية _ غسل الانسادم _ مكينات الأحمزة ـ حساسية الأفلام _ عمل الاجبزة ـ تصوير اللحمام _ تسيير الأجهازة _ السوب المتوقعة في عملية اللحام _ الملاقة بن الخمراس الفيز المسحة gl- 131 <u>2. 21.11</u> _ للمحات السوقية الخارجة من المحس خاميا : الفحم بالسوائل النافلة ومظهر السأشة _ مجال الاستحدام _ قياس الطاقة الصوتبة _ انواع السوائل النافذة _ قياس معدل انسيدائل الطاقة ــ انواع المظمــرات _ قياسات السمك وتنديد العيوب فسي _ خاريقة الحميل الالواح الحديدية _ القواعد اارئيسية في الفحس بالسوائل ـ تحديد عيوب اللحام رابعا : الفشمن باستممال السمة (X) وكأما النافحة _ تدفير السطح للاذتبار _ اكتشاف الاشعة السينية ــ السوائل النافذة المفايئة _ استعمالات الاشعة السنية

ــ أستخدام السائل النافذ

_ الطيف الكهرومة ناطيسي

ـ اختبار الصلادة بجهاز برينل _ استعمال المظهر _ اختبار الصلادة بجهاز روكوبل ن الفصحي _ اختيار الصلادة بجهاز فيكرز _ البوائل النافذة الملونة س تحديد الصاددة الميكروسكوبية سادسا : القدم المناطيسي تاسعا: الفحص غر المتلف - د-دوده _ المجال المناطيسي وقسدراته ـ المجال المغناطيسي للتيار الكهربائي _ طرق الفحص لاكتشاف العيوب السطحية _ معدات الفحس بالجزيعًات المعنطة _ طرق الفحص لاكتشاف العيوب الداخلية ــ الفحص بيرادة الحديــد الفصل الثالث: فحص الاجهزة النفطية ــ الفحدن بواسطة الملف الباحث : طريقة فحص الاوعية التي تعمل 10 1 سابعا : الفحص المجهري بمسغط _ حجم البلسورات _ متــدمة تعيين حجم البلوراتاللحديد الاوستينيتي _ اسباب عملية فحص الاوعية ومساكل ـ تمديد نسبة الكربون التآكل الرئيسية ـــ مظهر تكوين وتفكك البيرلايت _ التآكل بواسطة التعرية T. T. T. منحنیات منحنیات _ التغير الفيزياوي والتركيبي للمعدن _ تأثير اضافة السبائك الى الحديد _ تاثير القوى الميكانيكية على المعدن _ الفحس المجهري لعينات الحديد الاختيار الردى، لمعدن الوعاء أو طريقة الكربوني تصبينيمه عيوب اللحام كما تظهر تحت الفحمس _ العوامل المؤثرة على الفحص الهندسي المجهدري _ طرق الفحص الهندسي : الاختبارات الميكانيكية لكمنا _ الكشف عن العيوب الميكانيكية والتغيرات ــ خصائص المعدن الميكانيكية التركسية لجدران الوءاء _ اختبار الشــد _ المحص أو الاختبار ـ اختبار الضغط _ محدوديات السمك لجدران الوءاء ــ انهيار المعدن تحت تأثير قوى الفحص ــ مارق التصليح لجدران الوعاء _ اختبار الحنى ثانيا : فحص المادلات الحرارية ــ مجال استخدام اختبارات الصلادة

الاجهزة المساعدة	_	N.3.11 -1 -1		
الفحص الداخلي		انواع البادلات المبادلات الحوارية التي تحتوي علي		
الانابيــب				
: طريقة فحص الافران والمداخن		حزمة انابيب وقشرة		
مقدمــة		تركيب المبادلة الحرارية والمعسادن		
		Lozient		
انواع الافرأن		اغراض الفحص		
المداخين		عالات التك		
مواحمفات المواد الداخلة الى الفرن		الفحص الدوري		
انواع التلف		طرق المتفتيش		
تحديد فترات فحص الغرن		الاختبار		
طريقة الفحدن		حدود السدهك		
النحص الداخلي	_	: طريقة فحص الراجل البخاريسة	ម៉	M
الفدوصات الاخرى	-	والاجبزة المساءدة		
توسيع الانبوب	_	انواع المراجل		
كيفية حساب أقل سمك		الموفر ومسخن الهواء		
فدس الاجزاء الخارجية للفرن		المحمص المحمص		
: فحس الانابيب	tuolis	الإجهزة المباعدة		
الرعاب الانطار		نظم فقد. المانجل		
المعارف الفحس		اغراني الفحص رمديبات الدامة		
الفحمن انناء الاشتغال		تحديد الفترات الدورية لفحص المراجل		
احتياطات الآمان		احتياطات الامان واعداد العط لعملية	_	
ت تياس السحك		-1	-	
المشحص المحارتي		النحص		
الفحوصات الاخرى		الاعداد لعملية النحس		
		طرق المندس		
: طريقة فحص صمامات الأمان		وراجل انابيب الماء		
أنواع حمامات الأمان		مراجل انابيب النار		
د.مامات السازمة	_	اوعية المراجل		

The state of the s

ـ تشييد الجدار ـ صمامات خفض الضغط - فحص الجدار بواسطة الاشعة _ حمامات السلامة وخفض الضغط _ فحص السقف __ فتحات التنفيس _ الفدص النهائي ــ اقراص الانفجار ثامنا كيفية فحص الرافعات _ اسباب عدم اشتغال صمامات الامسان _ مقدمـــة بصورة صحيحة ــ حلقة الرفح _ معدلات الفحمي - حبال الرفع الفولاذية _ فحص الصمامات في معمل الصيانة ـ ذراع الرفع ــ عمليات الصيانة واعادة الشد _ البكرات ــ ارشادات للفاحص - فحص الرافعات المحمولة على اطارات سايعا : ماريقة فحص الخزانات _ فحص الرافعات المحمولة على زنجيل _ خزانات الضغط الجوى تاسعا : حبال الرقع الفولاذية _ خزانات الضمط الواطيء _ مقدم__ة _ مررات الفحص وأسباب التلف ـ تصميم وتركيب الحبال الحديدية _ وقت ومعدلات الفحص ـ المواصفات القياسية للظفائر ونوعيـــة _ الفحص الخارجي للخزان حالة عزله الاســادك ـ الفحص الداخلي _ طريقة لف او ابرام الحبال الحديديـة _ فحص قاع الخزان وخلفائر ما _ فحص جدار الخزان ـ طرق تصنيع وتركيب مركز الحبال ـ فحص النضوحات الحديدية ــ اغطية مقاومة التآكل _ تقييم العوامل المؤثرة في عمل الحبال ــ اختبار الخزانات الدديدية _ حدود التفاوت المسموح به _ كيفية حساب معامل الامان والثقـــل _ طرق التصليح التشغيلي المامون _ طرق فحص الخزانات عند الانشاء - طريقة الغمص الهندسي للحبال المديدية ـ تشييد حفائح القاعدة _ معاومات عامة _ خطوات عملية اللحام

اللحام الركني	_	رابع : اللحـــأم	الفصل أأر
انواع وصلات اللحام	_	: خواص المادن	
تحضير حواف وصلة اللحام في اللحام		خواس المعادن الفيزيائية	
التقابلــي		مواصفات المعادن	
: اللحام بالناز		الفلزات في الحالة المنجورة	
غاز الاوكسجين والاسيتلين		: عرض عام لاسائيب اللحام	ثانيا
الأمداد بالاسبتلين من الاسطوانات		القوس الكهربائي	
صمامات الاسطوانات		لحام القوس الكربوني	
خراطيم تصريف الغاز	_	لحام القوس المعدني	
مشاكل اللحام		لحام القوس المدنى الفاطس	
اييب اللحام		لحام القوس الخامل	50
مشاكل تلوين اللهب	_	لحام ذرات الهيدروجسين	
فحدن مشاعل اللحام	_	لحام الغار	
تبريد مشاعل اللحام		: اللحام بالقوس الكهريائي	ងរង
اللحام الامامي		اساسيات اللحام بالةوس الكهربائي	
اللحام الخلفي		انحياز القرس	
التنضير المتوأف		التعلنـــر	
الإجاء الراسي	Analysis Tr	: الملاك اللمام بالعوس الكارباني	بالشاب
اللحاس بواسطة علقاي لخاهم	_	الموامل المحددء الألهتيار سلله اللحام	
اللحام غرق الراس		خصائص ماده الغطاء اسلك اللحام	
: الطرق الحديثة فيَ اللحام	سابعا	تصنيف أسلاك اللحام	
لمام الغاز الخامل	~	التصنيف حسب المراصفات A. S. T. M.	_
المتام الناز الخامل باستعمال قطسس	_	التصنيف حسب المواسفات البريطانية	
التنجيبتين		تسنيف اسانك اللهام تبعا لنوع الغطاء	
ماكينات اللحام بالأرجون		: ضوابط عملية اللحام بواسطة	
التشميل		القوس الكهربائي	
لئام قوس البلازما		اللحام النتابلي	_

ــ مالحظات حول طريقة تحضير النماذج لحام الغاز الخامل المعدني وثاني أوكسيد _ تقييم نتائج اختبار النماذج الكاريدون احدى عشر : ازالة الجهد ثامنا اللحام الناجح وكيفية تحقيقه _ علاقة درجة الدرارة وفترة الامتصاص _ مشاكل اللحام وطرق التعلب عليها ـ المعاملة الحرارية لازالة الجهد لاغلب _ منلهر اللحام وشكله الخارجي المعادن المستعملة _ تطشـر المحدن القصل الخامس : اسس القحص الهندسي _ القطم السفلي اولا : ظاهرة الزحف ـ لحام غير نافــد _ مقدم_ــة _ المصهر غير كافي _ الموامل الإساسية ــ التشــويه ـ نوع الكسر __ المنسقوق _ تحليل مخططات الزحف _ المسامية ــ خواص الزحف للمعادن __ اللحــام الهش _ كيفية حساب متانة الزحف _ اللحام الجيد _ كيفية حساب متانه الانهيار بالزحف تاسما : فحص واختبار وصلات اللحام _ اازحف والفحص الهندسي ـ الفحس بالعين المجردة ثانيا : المعادلات والحسابات المستعملة ــ الفحص اثناء عملية اللحام في الفحص الهندسي ــ الفحص بعد اللحام _ انامیب الافران _ معدلات التشغيل وخواص وصلة اللحام _ اناسب الاتصال للافران __ مقابيس فحس اللحام _ الاختبارات غير المتلفة ـ رؤوس الانابيب _ الابراج والاوعية عاشرا : طرق اختبار اللحامين _ الفلنجات ــ اوضاع اللحام ن النوزلات _ الانابيـب اللحجام _ توسيع انابيب الافران (مواصفات) _ نماذج اختبارات الشد _ العوامل الواجب اتخاذها في عمليـــة _ نماذج اختبارات الحنى

_ طرق العلاج توسيع الانابيب _ اسئلة واجوبة _ طريقة اللحام في عملية تصليح جدار برج _ اهمية خطوط اللحام في اجبزة مداولة ــ طريقة اللحام لجزئي انبوب مختلــــ الهايدروجين في درجات الحرارة العالية السمك للجسدار _ شرح لبعض الحوادث التي حصات نتيجة نقص مكونات السبيكة في اللحام الواح تقوية _ اختيار البائك الناسبة لوحسدات مراصفات الفلنجات وعلاقتها بالضعط الهايدروجين والتجزئة ودرجة الحرارة _ متطلبات عمر السبيكة _ ازالة الاجهادات في ارعية الضغط _ اوعية عزل الغاز عن السائل _ السمك التقاءدي لانابيب الاغــران _ كيفية الكشف عن التلف بالهايدروجــين المتعرضة للزحف رأبعا : الكلسل عد طريقة توسيح انابيب الأغران __ مقدم___ة _ السمك التقاءدي لانابيب الانـــران _ جهود الكلال ورؤوس الانابيب وملفات التسحفين _ كيفية حصول الكلال وخطوط الانابيب _ خواص الكالل _ مواصفات المحادن المديدية والمديد _ العواهل المؤثرة على الكلل السبائكي الفسل المادن المراك والمادن المنسلة في ت والمحال المحمود المستعلق المحالية المحالية المحالية المحمود المحمود المحمود المحالية المحال صناعة التدحضية الإغران _ السبائك المديدية _ تقدير درجة حرارة معدن انابيب الافران _ السبائك الفريتية _ حسابات النساط للابراج _ السائك الأوستينية _ حسابات المادلات الحرارية ــ المديد المـــاب _ حدابات ارعية الضغط _ السبائك غير المديدية _ النيكل وسحبائكه _ مقدم__ _ النداس وسبائكه _ انواع التلف _ الالمنيوم وسبائكه _ الظروف اللازمة لمصول التلف

Joyl Jeals

Corrosion "

أولا : نظرية المتاكل

ثانيا : أنسواع التاكسل

ثالثًا : طرق الحماية من التاكل

رابعا: حماية الاجهزة المتوقفة عن التشغيل

خامسا : بعض مشاكل التاكل في ممسفى

المسدورة

H20 - 255

أعداد الهندس / بدري صالح جاسم

الفصل الأول :ــ الظرية التآكل اولا :ــــ

التآكل في المحاليل القاعدية والمتعادلة

تتآكل المادن ايضا في الماء الاعتيادي . ماء البحر . المحاليل الملحية ، والمحاليل القاعدية. في معظم هذه الاهوال لايمكن حدوث التآكل الا بوجود الاوكسجين المذاب ، أن المحاليل المائية تذيب بسرعة الاوكسجين الموجود في الهوا، وهذا يكون المصدر المطلوب للتأكل . ان المثال الشائم لهذا النوع من النآكل هــو صدا الحديد في الماء أو في الهواء الرطب

مذا التقاعل ينتج هيدروكسيد الحديد كمادة صلبة لونها يميل الى الاحمرار أو البني .

عند حدوث الصدأ في الهواء الطلق تجف مادة ميدروكسيد الحديد لتكون اوتكسيد الحديد ومان ماعات وسراية الأراء والأراط سون

الماء أو للبواء للرطب :ــ

2Zn+2H₂O+O₂ ---- 2Zn(OH)₂ Zn(OH)2 --- Zn O + H2 O

وبحدث من هذا التناعل أوكسيد الخارصين الابيض اللون الذني بشاهد فيأ بمض الاوقات على حنفيات الماء غير المطلية بالكروم طلاء جيدا ٠

يحصل التآمكل ايضا في محاليل لاتحتوني على الاوكسجين والحوامض منال على ذلسك المقاليل العاوية على الإملام المؤكسدة مثل

ي-رف التآكل بانه انهماال المادة (المعدن) او تنبير خواصه نتيجة التفاعل مع محيطها • أن التوة الداغمة التي تجعل المعدن يتآكل همسي عبارة عن عملية طبيعية تعيد المعدن الى السلة التي يوجد عليها في الطبيعة اي الحالة الخام .

مثال على ذاك ان الحديد يوجد في الطبي<mark>راال</mark>ة كمادة خام مي اوكسيد المديد (Fe₂O₃) وان ناتج تآكل الحديم في معظم الاوقات مذا الاوكسيد نفسه -كيمياء التآكل :ــ

ان التأكل مو عبارة عن تفاعل كيمياوي يمكن فهمه بمعرفة الاسس البدئية لعلم الكرمياء -

(أ) التآخل في الحوامض :-

للى الطوق الهـ. باقالتمرس عار الهايدروهين. في المعتبر مي ومن العارضيين في عامض مخفف كحامض الكبريتيك : او حاسس بريم الهايدروكلوريك حيث يحدث تفاعدل سمريم ا ١/٢ يحرر بواسطته الهايدروجين كما ني الممادلات الطايدي إد

Zn +2HCL --- Zn CL₂+H₂ ا Zn +H2SO4+ H2 حسم Zn SO4+ H2 كذالة تتآنل المادن الاخرى بالدوامض وينتج عَن التفاعل الملاح وهايدروجين كما موضح ادناه :

Fe+2HCL FeCL2+H2 | 2AL+6HCL -2ALCL3+3H2

التكاني يزداد ___ أكسة (قىللىردان) تعل سے اجترال (كسب الكريات)

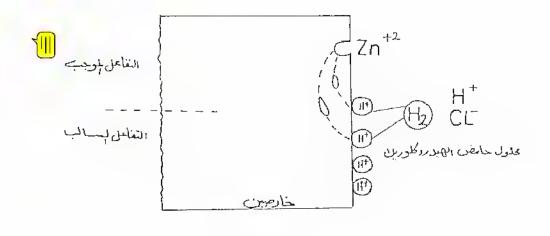
NEU1-14-1

تناعل تعويضي ٠

أملاح الحديد او النحاس كما مبين إدناه : Zn-2FeCL3 -----ZnCL2-2FeCL2 Zn+CÜŚŌ₄ ——— Zn SO₄₊CŨ لاهظ ان كاوريد الحديديك قد تحول السسى كلوريد الحديدوز في المعادلة الاولى وان الخارصين قد أخذ محل النحاس في الملح وهذا التفاعل يسمى التفاعلات الكهركيمياوية :

الاتمريف :ــ ان التفاعل الكهركيمياوي هو عبارة عن تفاعل كيمياوي يصحبه انتقب ال فسي الالكترونات أي أنه تناءل يحتوي على اختزال واكسدة الله تفاعل التآكل هو دائما من هذا النوع لذلك يجب علينا أن نتممن في هذا المرضوع جيدا لنرجع الى المعادلة الاولى :-Žn+2HCL ------ Žn CL₂+ H₂ عندما ننتذكـــر أن الخارمــــين وحامض

الهايدروكلوريك مؤينة في الماء يمكننا كتابة المعادلة کما یلی : Zn+2H++2CL --- Zn+2CL+H2 بما انه لم يطرأ اي تغير على ايونات الكلورين لذلك يمكن كتابة المعادلة كما يلي : Zn+2H → Zn +Ho خلال هذا التفاعل يتأكسد الخارصين السبى ايونات الخارصين إي ان تكافؤ الخارصين يزداد، اما الهايدروجين فيختزل اي يقل تكافــؤه اذلك يمكن تقسيم المعادلة الى قسمين : ــ السدة (تفاعل المرجب) ع 2 n ---- Zn كنزال (تفاءل سالب) أ بي H 2 أ (سالب المناعل عاد المناعل سالب) يمكن توضيح هذا التفاعل حسب المفط فل



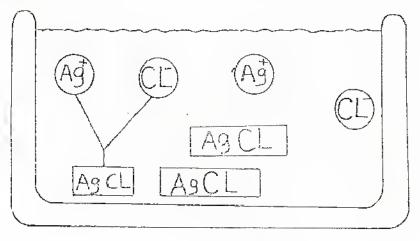
الاتىي :ــ

شکل رقم (۱)

تحتوي على اكسدة واخترال ع ظاهرة الاستقطاب :ــ

لقد توضح لنا الان تفاعلات التآكل الرئيسية و من الامور المهمة لمهندس التآكل هو معرفة سرعة هذه التفاعلات و وهذه السرعة تعتمد على عدة عوامل فيزياوية وكيمياوية وتستقطب

لغرض المقارنة لنأخذ منالا على تفاعل غيين كهركيمياوي • اذا اضفنا محلول نترات الفضية اللي محلول كلوريد الصوديوم يتكون لدينا راسب الييض من كلوريد الفضة كما في المعادلة التالية : Ag NO₃+Nacl - AgCL NaNO₃ Nacl ان قصماً من هذه المواد مؤينة في الماء لذلك بما ان قصماً من هذه المواد مؤينة في الماء لذلك



نستکل رقم (۲)

يمكن تتابة المادلة كما يأي: -

Agi (MOg MairCE Agr) | Hair (MO-)

ومدا موضح في المدلما اعسلام:

من الملاحظ أن هذا التفاعل لايحبوي علسى المسدة أو الحترال ولايوجد فقدان أو اكتساب للإلكترونات لذلك لايمكن نقسيم هذا التفاعل ألى اكسدة واخترال كما فعلنا في المنال السابق -

🕳 ان تفاعلات التآكل عادة تفاعلات كبركليمياوية

او تقال سرعة التفاء الاتالكهر كيمياوية بواسطة عند الموامل و يوجد طريد ال المستطاع الو تعليل سرعة النفاعات الكهركيمياويسة والطريقة الاولى تسمى الاستنطاب التناعلي والثانية الاستقطاب التركيزي والثانية الاستقطاب التركيزي و

اذا كان الاستقطاب تفاعلي فهذا يدل على ان العوامل المقللة لسرعة التآكل هي عوامل هن طبيعة التقاعل نفسه و اذا نظرنا الى المثال الاول اي تآكل الخارصين نجد ان سرعة تحرير الهايدروجين تعتمد على عدة عوامال بضمنها سرعة انتقال الالكترونات الى ايدون

الهايدروجين على سطح المدن وهذه السرعة تعتمد على نوعية المعدن ، تركيب زايب ون الهايدروجين ودرجة الحسرارة ، امسا الاستقطاب التركيزي فهذا عادة تقليل سرعة التفاعل الكهركيمياوي نتيجة تغيرات في تركيز المحلول الملاصق لسطح المعدن ، اذا رجعنا الى المثال الاول ولنفرض ان تركيز ايونات الهايدروجين في المحلول واطي، غسان هدذا الهايدروجين في المحلول واطي، غسان هدذا الهايدروجين سيكون مستمرا لقلة تركيزه في المحلول ، ان معرفة نوع الاستقطاب مهسم المحلول ، ان معرفة نوع الاستقطاب مهسم جدا في التآكل حيث يمكننا معالجة التآكل

فمثلا اذا كان التآكل مرتبط باسستقطاب تركيري فسائل اي تحريك او تهيج للسائل سيحرر هايدروجين انتر ويزيد

في سرعة التآكل • اما اذا كان التآكل مرتبط باستقطاب تفاعلي فان تحريك السائل لن يؤثر على سرعة التآكل • فمثلا زيادة سرعة الضخ في انبوب ما لمن يؤثر على سمرعة التآكل في الإنبوب • عادة يكون الاستقطاب التفاعلي العامل المسيطر للتآكل في الحوامض المركزة •

... الما الاستقطاب التركيزي فيكون العامل المؤثر التآكل في الحوامض المخففة •

جهد التآكل: ١٩١١

تعريف : مو عبارة عن جهد سطح متاكل في محلول مقاس بالنسبة لقطب ثابت • انجهد التاكل مفيسد جددا في دراسسات التآكل ويمكن قياسه بسهولة في المختبر او في ميدان العمل ، ادناه مخطط لجهاز . تمياس جهد التاكل •

Lead Uply in dile REF

REF

Apply 1 Depty 1 Depty 2 De

شكل رقم ٢٠٠٠

يقاس فرق الجهد بين القملب المنابت وبدين المعدن في المحلول • عند ذكر فرق الجهــــد لاي -معدن يجب ذكر نوعية القطب الثابت المستعمل في التجريبة ٠٠

جهد التآكل والاخترال :-

تعريف : مو عبارة عن جهسد تقاعسل كبركيمياري في حالة تعادل او في حالة خمول الخمول (النيار الكوربائي صفر) يقاس هذا الجيد في لمالل المفتبر تحتظرون خاسة، ادناه جدوللبعش غيم هذه الجهود :-

	Reference	
	Au	1 . 421
	Aq ===Aq* +e	0799
V	Cu ==Cu'²+2e	
·	2H' +2e == H,	034
	$ X \longrightarrow h _{L^{2}} Y _{L^{2}}$	0.000
	$Ni \rightleftharpoons Ni^{+2} + 2e$	- 023
	Fe ⇒ Fe ⁺² +2e	- 044
	K ===K¹ +e	- 2 - 92

هذء الجمود مفيدة جدا لانها تساعدنا علسي شمرفة مدى تعرض الحدن للتآكل من قبل معاول مدين ، أنا كان عند المأشد والإهتراك بالباعان. اللي المطول بالدوريج عاءل وؤكر دران سرعه العاكل ألمعدن سير كسد بالموامض - اما اذا كان الجمدة سنكون حسب المضلط ادناه : -

موجبا فانه لن يؤكسد بالحوامض ، اذا نظرنا الى الجدول اعلاه نجد أن الحديد الذي جهده سالبا يؤكسد بالحوامض محررا الهايدروجين ، امسا الذهب فانه كما معروف يقاوم التآكل بالحوامض وكذلك النحاس • لذلك يكون النحاس جيدا لمداولة المتوامنس .

(Passivily)

تعريف : تعرف ظاهرة الخمول بانها فقدان قاباية التفاعل لبعض المعادن والسبائك فسي محاليل وظروف خاصة • فعشمالا المعادن والسبائك الحاوية على الكروم والنيكل والتيتانيوم تصبح خاملة وتكون مواصفاتها هشابهة للمعادن الثمينة كالذهب والبلاتين م لم يستطع العلماء الى حد الان معرفة سبب هذه الظاهرة ولكن يعتقد بأن السبب الرئيسي هو تكرن فلم مقاوم للتآكان على مسطح المدن أو السبيكة -

اذا تمرنا معدن خامل في معاول واضحفنا

قره الكسوف لحاليا. سبهد بنائل ه تركيزا العالة المالأكسر

شکل رقدم (٤)

ينطبناه الخبول سرعة الناكل (MPY)

وهذا المخطط يبين اذا كان تركيز العاميل المؤكسد قايلا فان التآكل سيكون سريعا ولئن اذا زاد الى حد معين يتوقف التآكل، اما اذا اضفنا عامل مؤكسد اكثر فان التآكل سيزداد مرة اخرى لذلك نستطيع الوصول الى منطقية الخمول إذا سيطرنا على تركيز العامل المؤكسد مكذلك من المكن الوصول الى ظاهرة الخمول في بعض العادن باضافة معادن اخرى للحصول على سبيكة مقاومة للتآكيل مناملة في معظم الظروف التشغيلية على العادن المحاكة كاملة في معظم الظروف التشغيلية على العادل المحاكة

مثال على ذلك اضافة مادة الكروم الى الحديد التي تكسبه مقاومة ومتانة ضد التآكل •

الجدول الكلفاني

هذا الجدول المرفق يتضمن تسلسل المسادن بالاخرى فان هذ والسبائك حسب جهود تاكلها الخاصة في حيث عليه اختيار محيطات معينة ، تقاس هذه الجهود حسب المضيا في الجدول المطريقة وبالجهاز المذكور أعلاه ، أن الساد المناعدين عن بعط الجدول يعتبر كدليل مفيد جدا عند ايصال متباعدين عن بعط معدنين مختلفين بوجود محاول موسلل عازلة مناسبة الملكوربائية ، أن المعادن الني جهدها موجب تستعمل ظالكوربائية ، أن المعادن الني جهدها موجب تستعمل ظالم تنع في السفل الجدول واسمى الحمة السفلي سياتي شرحها ، في المنادلة ، أنا المعادن أو السبائك التي صياتي شرحها ،

جهودها سالبة فتقع في اعلى الجدول وتسمى هذه الجهة المتاكلة و لذلك عند أيدال مئالا البلاتين والحاردين بوجود محاول موحدل للكهربائية تتولد خلية كالفانية مشابهةللبطارية السائلة الاعتيادية ويم تيار من القطب الموجب (الخاردين) الى القطب السالب (البلاتين) بذلك تتأين جزئيات الخاردين بالمحلول ويتآكل دعمه بالتدريج و

كلما كان فرق الجهد بين المعدنين كبير فسي الجدول تكون سرعة التأكل كبيرة •

اذلك ولمعرفتها ان التصاميم الهندسية تحتوي على عدة سبائك ومعادن مختلفة متصلة واحسدة بالاخرى فان هذا الجدول ذو منفعة كبيرة للمصمم حيث عليه اختيار معادن مناسبة تقع قريبة مسن بعضها في الجدول الكالفاني لمنع تآكل المعدن الاقل فيمة او من الممكن ايضا عزل المعدنين اذا كانسلا متباعدين عن بعضهما في الجدول الكالفاني بمسادة عازلة مناسبة لمنع مرور التيار م

تستعمل ظاهرة التآكل الكالفاني في تعميم البطاريات الجافة وفي التماية الكاثودية التسبي سداتي شرحها •

Alore Copper infor Brass (Copper + Zinc)

. ٦ حديد ، ٤ منكنيز البراص (نحاس وخارسين) Bionze (ialm early) ___ سبيكة النحاس والنيكل (١٠-٠٠ نحاس ، ١٠-١٠ نىكىل) الاانيوم نوع (٢٠٢٤) (٥ر٤ نحاس، ٥ر امغنيسيوم المونيل (٧٠ نيكل ، ٣٠ نحاس) ٠ - ا Mickel -- (dalà) النيكال (خامل) الانكونيل (خامل) - الانكونيل الفولاذ الكرومي (عامـــل) الفولاذ (٨/١٨) (خامل) الفولاذ (١٨/١٨) الحاوي على الرابدنوم (خامل) ماستیل وی (ج) (۱۲ نوکل ، ۱۷ کروم ، ۱۵ 1-2-الفقدية التبتانيدوم الفحصم الذميب البلاتــين الجهدة غير التاكلة

الجدول الكالفاني (الجهة المتآكلة)

المنسيوم وسبائكه . الفارصين الالمنيوم التجاري الكادميــوم ٠ ۲رء منکنیز) ۰ الحديد الاعتيادي الحديث المسب الفولاذ الكرومي (١٣) بالمائة كروم (فعال) الحديد الصب العادي على النيدال الفولاذ (٨٠/١٨) (شمال) الفرلاد (۱۸ م) الماري الرابعدري (فال) الرماس العاوي على القصديو الرحاص القميدس النيكيل (نه ال) الكوينل (۸۰ نيكل ، ۱۳ كروم ، ۷ هديد) (فعال) هاستیاوی (ب) (۲۰ نیکل ، ۳۰ مولیدنوم

كما ذكرنا ان التآكل هو عبارة عن اضمحلال او تغير في خواص المعدن نتيجة لتفاعله مع محيطه ان هذا التفاعل يكون عادة كهركيمياوي اي يصحبه انتقال في الالكترونات وينقسم الى تفاعل موجب وتفاعل سالب ، الان ننتقل الى الانواع الرئيسية للتأكيل :_

ا _ التآكل المنتظم :_

وهذا النوع هو الاكثر شيوعا ويسمى أيضا التآكل العام لحدوثه على جميع سطح المسدن بحسورة بحيث يتآكل المسدن بحسورة منتظمة و لذلك فانه من السهل دراسة هذا النوع من التآكل لان سمك المدن يقل في جميع سسلحه ومن المكن توقع فشل المعدن بعد فترة معروفة بعد حساب سرعة التآكل المنتظم و وهذا يمكن في قياس السمك بين فترة واخرى وملاحظة النقص

في السمك . (دد المناس المال الله المال الله المعلى المدن في المدن في منطقة ما أو تحطم الجهاز كليا لذلك يمتبر هذا النوع من التآكل خطرا جدا أذا لم يقاس السمك دائما ويولى الموضوع المتماما وعناية ،

Pitting ___ T

وهذا النوع من التآكل خطرا ايضا ولايمكن توقعه بسهولة ، يكون فقدان المعدن قليلا ولكن في مناطق خاصة ويحدث النضوح من خلالها ، من الصعوبة جدا حساب العمر المتبقي للجهاز النذي

يصيبه هذا النوع من التآكل .

يحدث هذا التآكل في مناطق معينة في المعدن بشكل سريع وعلى شكل حفسر علسى سطح المعدن عمقها يساوي او يزيد على قطرها وتسمى كل حفرة (Pit) • بالامكان قياس عمق هذه الحفر بواسطة قياس خاص وذلك لحساب ما تبقى منجدار المعدن ان ظهور التآكل على شكل حفر يعزي الى احد الاسباب التالية :

أ ـ عدم تساوي سطح المعدن بتركيبه في هميم المناطق مما يرلد مناطق ضعيفة تقوم بدور القطب الموجب ويكون الجزء الاخر من المعسدن القطب السالب فيتولد بذلك تيار كهربائي خالا المادة التي يحويها الوعاء من القطب الموجب الى القطب السالب ناقلا قسم من جزئيات المعدن في المنطقة الموجبة مسببا تاكلها •

ب ـ وجود شوائب وتخدشات على محلح المدن مما يولد تيار كهربائي كما مذكور اعلاه و ج ـ تغير تركيز المادة التي يحتويها الوعساء في بعض مناطق المعدن مما يولد التيار الكهربائي أيضا مثل تغير تركيز الاوكسجين في المحلول حول نقطة ما Differential Aeration Cell د ـ تتكون الحفر ايضا تحت الترسبات وفي المحلول المناسبات وفي المحلول المحلول المناسبات وفي المحلول المناسبات وفي المحلول ال

المناطق الضيقة التي تنعدم فيها حركة المادة • هـ عند انكسار طبقة الأوكسيد على سطح المعدن في نقطة ما تتكون حفرة في هـ ذه المنطقة •

أو أذا كان سطح المعدن مطيا بمادة وأغية وحدث قشط لهذه المادة في منطقة معينة غان هذه المسلطة سنتنآكل بسرعة أيضا م

عند ابتداء التنقر تزداد سرعة التأكل تدريجيا الى أن يحدث نقبا في المحدن خلال أعمق حفرة •

ان محاليل الكاوريد والهالوجينات الاخسرى بصوره عامة مي العوامل الرئيسية في نكوين الحنر وهذه واخسحة خاصة في الفولاذ Stainless Steel والسبائل المقاومة (Superalloys) أن زيادة ثخن المعدن لن يعطي المقاومة المطلوبة ولكن يجب فسي هذه الحالة اختيار المعدن اللائق للمدينا الملائم م

7 ـ التآخل الكالناني

وهذا يحدث عند اتصال معدنين موصلين مختلفين مختلفين كالاهما معرضين لمحلول موصل للكهربائية او عند اتصال معدنين مندايين برجود محاولين حوسلين مذتلفين م

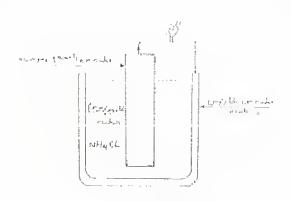
الحالة الأولى :_:

هما يحدث فرق جهد بين المحدث المختلفين ويهر تيار من المعدن الاقل قيمة (Less noble) مشكالا قطب مالب و وهذا التيار يسبب تآخل القطب الرجباذاك عند تصميم الاجهزة يجب طينا أن نتجنب ترصيل محدثين مختلفين معرضين لمحاول واحد بينهما فرق جهد كبسير و

اذا نظرنا الى الجدول الكالفاني يمكننا ملاحطه ال المعادن في اعلى الجدول تنكل الجهة الاقل قيمة الحهة غير المتأكلة •

لذلك يجب علينا عدم ايصال الذهب بالالمنيوم لان غرق الجيد بينهما للير جدا ويسبب تآكيل الالميوم بسرعة كليرة - ولكن يمكننا ان نوصال بين الحديد الاعتيادي والفولاذ الفعال Active لكون فرق الجهد بينهما عليل لذلك تكون سيرعة التآكل في هذه الحالة بخليئة م

المافة كما موضح في الشكل المناه :



د کل رقم (٥)

تأثير المساحة الم

لمساحة كان المعدنين تأثير كبير على سسسرعة التآكل ، اذا كانت مساحة القطب السالب اكثر من مساحة القطب السالب اكثر من التآكل ، وبالعكس اذا كانت مساحة القطب الموجب أي المتآكل اكثر من مساحة القطب السالب فسان ذلك سيقلل من سرعة التآكل ، أن هذه الخامسية يستفاد منها المسمم عند أيصال معدنين مختلفين لأن زيادة مساحة القطب الموجب ستؤثر تأثيرا عكسيا على التآكل ،

لا مثال على التآكل الكلفاني استعمال حزمة مبادلة حرارية انابيها مصنوعة من النحاس بينما الحيفائح التي تستند عليها الانابيب مصنوعة مست الحديد الاعتيادي و عند تعريض هذه الحزمة لمحلول موصل للكهربائية تتآكل صفائح الحديد ولذلك لمنع حدوث هذه الظاهرة يجب الاخد

لذلك لمنع حدوث هذه الظاهرة بجب الاحد بنظر الاعتبار ما يلي :_

أ _ تجنب ايصال معادن مختلفة بعضها بالاخر بوجود محاول موصل •

ب _ تجنب استعمال قطب سالب ذو مساحة كبيرة وقطب موجب ذو مساحة صغيرة .

ج _ عزل القطب الموجب عن القطب السالب بمادة عازلة مناسبة لمنع مرور التيار الكهربائي ه د _ استعمال جهد المستطاع معادن متقاربة مع بعضها في الجدول الكلفاني •

م _ أذا كان من الضروري ايسال معدن في أسفل الجدول مع معدن في أعلى الجدول فمن

الغيروري تصميم الجزء المتآكل بحيث يسهل تبديله، و ــ اســـتعمال مــواد مانعـــة التآكــل (Corrosion Inhabitors)لتقليل سرعة التآكل ،

ان هذه الظاهرة تستعمل في الحماية الكاثودية التي سياتي شرحها فيما بعد •

الحالة الثانية :-

عندما يتعرض نفس سطح المعدن لتراكيسز مختلفة من المحلول ، يحدث هنا ايضا قطب موجب وقطب سالب ويمر التيار من القطب الموجب السي المقلب السالب مسببا تآكل القطب الموجب ، يتركز المحلول في المناطق الضيقة التي نقل فيها حركة المحلول كمنطقه الحشوات والمواصلات (البراغي)، وتحت الاوساخ أو تحت قطرات الماء ، يحدث التآكل الكلفاني أما بسبب تغير تركيز أيونات المعدن في المحلول أو تغير تركيز أيونات المعدن من منطقة الى اخرى ،

ان السبب الرئيسي لتآكل قعر الخزانات النفطية هو التآكل تحت الأوساخ Scale التي تقع في الخزان من السقف او تحت قطرات الماء في قمر الخزان ، في حالة قطرة الماء فان درجية ذوبان الأوكسجين في المادة النفطية اكثر من درجة ذوبانه في الماء ، لذلك يكون تركيز الأوكسجين في المنطقة المحيطة بالقطرة اكثر (حوالي خمسة أضعاف) من تركيزه في القطرة نفسها ،

لذلك تصبح المنطقة الوسطى قطب موجب ونتآكل .

اذا كان تركيز ايونات المعدن في منطقة من سطح المعدن اكثر من منطقة اخرى يتكون تيار كهربائي نتيجة فرق الجهد بين المنطقتين ، يتوقف التيار عند تساوى تركيز الايونات في المنطقتين ٠ ولكن حدوث اضطراب في حركة السائلة يزيسل الايونات من السطح ويعرض المنطقة للتآكل مدرة اختری ه

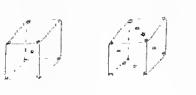
ترجد حالة اخرى مشابهة وهي تأكل نتيجة تغير درجة الحرارة للمحلول ، اذا كان قسم مسن سطح المعدن ذو درجة حرارة مختلفة عن السمالح بصورة عامة فان هذا ابضا يولد تيار كهربائي يمن من القطب الموجب (التي درجة حرارته عالية) الى

لذلك تتآكل هذه النطقة بسرعة سببة في معفس Tube Rupture . الأنبوب و Tube Rupture

> ١ - تأكل هدود محاميع بلورات المدن (Intergranular Corrosion)

من المعارم أن كل معدن متكون من بلورات شكلها اما على هيئة مكس مركزي الجسم BCC ار مكمب مركزي الوجه FCC أو على هيئة هسدس منسلج مرکزي HCP

عند تبريد المعدن السائل نتنظم ذرات المعدن على شكلنا بلورات كما مذكور أعلاه وأمذه البلورات تتحد مع بعضها لتكون مجاميع البلورات ، لان هذه العملية تحدث في السائل عند تجميده في عدة مناطق



شدل رقيم (٢)

المقللية الدارب الدني ورجه حرارها واطئة ، مح منال على ذلك تآكل انابيب افران التكريدر في مسفى الدورة تحت منطقة الدعائم Bupports التي جرارتها أعلى من حرارة الانبوب بصورة عامة.

فِي أَن رَاحِد عَالَ أَنْعَادُ الْمُعَامِينِ مِنْ يَعْضُمُا لَانْمُعَالِينَ تماما وهذا يولد مناطق على حدود المجاميع بشكل خطوط تعزل مجموعة عن الاخترى ، اذا نظرنسا بالدكرسكوب لسملح احد المعادن نجد عايلي :



سُكُلُ رقم (٧)

حماا

Quenching . Until

باضافة معادن مختلفة مثل التيتانيسوم (Ti) الكولومبيوم (Co) أو التانتالوم (Ta) • هـذ• المناصر تتحد مع الكاربون قبل الكروم لتكسون كاربيدات تترسب • بذلك يحافظ على كمية الكروم في حدود البلورات •

يحدث هذا التآكل لمادن وسبائك مختلفة ايضا مثل النيكل والماستيلوى (ب) والماستيلوى (ج) وغيرها ه

م _ التآكل الجهدي (Stress Corrosion) هنا يجتمع عاملان ، عامل التآكل وعامدل الجهد موالجهد موالجهد الماان يكونجهد متبقي (Residual Stress)

من عمليات اللحام والصنع او جهد مسلط اثناء النشغيل • في جميع الاحوال يظهر هذا النوع من التآكل تشققات في المعدن • لذلك يسمى ايضا النشقق الجهدي • والتشققات اما ان تكون فسي حدود مجاميع البلورات او خلال البلورات نفسها •

لاتوجد نظرية مثبتة تحلل كيفية حدوث هذا النوع من التآكل ولكن المتفق عليه حاليا همو أن التآكل يسبب تشققات سطحية على المعدن وهذه التشققات تتوسع وتتعمق لوجود جهد مسلط أو متبقي في المعدن في تلك المنطقة و توجد عدة عوامل

تحت ظروفة معينة تتفاعل هذه الحدود مسع المحلول المحيط بالمعدن بنشاط اكثر من تفاعل مجاميح البلورات مكونة تأكل سريع على الحدود نفسحا وهذا في النهاية يسبب انتشار التآكل وسقولط مجاميع البلورات بالتدريج • ينتشر التآكل بانجاء الحدود مكونا تشققات في المحدن • هذا النوع من التآكل يؤدي الى الاقلال من قوة المحدن وفشله •

يميب تآكل حدود مجاميع البلورات عادة الفولاذ نوع (٨/١٨) عندما يعامل حراريا بين (٨/١٨) المدود (٨/١٨) عندما يعامل حراريا بين (١٩٠٠-١٩٠٨) عندما يعامل حراريا بين البلورات ويتجد مع الكروم مكونا كاربيد الكروم الكروم الذي يترسب في منطقة الحدود و الخلال تصبح المنطقة الملاصقة نحدود البلورات مفرغة من الكروم بهذه الطريقة وتقل مقاومتها للتآكل و بالنسبة للبلورات منا يحدث ايضا تكون تعلب موجب هو منطقة الحدود وقطب سالب هو البلورات الحرورات الحروم ومنطقة كاربيدالكروم و

يحدث هذا النوع من التآكل عند اللحسام على جهتي منطقة اللحام ببعد حوالي ٣ ملم بين ٨٠٠ و ١٦٠٠ ف خال اللحام وهذا المسمى تفسخ اللحام Weld Decay لايمكن الكشفة عن هذا النوع من التآكل الإبالميكرسكوب ٠

توجد ثلاثة طرق للسيطرة على ترسب الكاربيد في الفولاذ (٨/١٨) :-

أ _ أقدم وانجح طريقة هي التعامل المداري في درجة ١٩٥٠ - ٢١٠٠ ق تعقب بتبريد سريع في الماء بذلك يرجع الكاربيد الي مطول

نؤثر على تكون هذا التآمل هنها مندار الجهد وموعيه المحلول . درجة الحراره . الوقت المستمرق السي حين حدوث الفشل وغيرها، يحدث التآكل الجهدي في معظم المعادن في محيطات معينة ندرج الانسساه

المحيط الذي يسبب التآكل الجهدي آلمدن

سبائك الالمنيوم

سبائك النحاس

المونيال

الندكــل

الفولاذ

أ الجو الاعتبادي ؛ الماء المعدب المتاليل المصية ،

المحاليا الامونيا ، الاماين ، محاليل املاح الزئبق.

سبائك المنفيسيوم الجو الاعتبادي ، المساء العذب : المحاليل الملحية • حامض الكروميك ، بضار حامض المهايدروفلوريك ،

محاليل الملاح الزندق. محاليــــل ميداروكســــيد السيتاسيوم والمسوديوم

الرئيرة. المتديد الاعتيادي إمعاليل عيدروكسيد الصوديوم نترات الامونيا والصوديوم مقاوم للتآكل الجهدي والكالسيسوم خليط حامض النتريك وحامض الكريتيك ع محاليل كلوريد الكالسيوم.

محاليل الكلوريد ، ماء البحرة المحاليل القاعدية عالبخار

تأكل البرادن ، هذا التشقق على حدود مجاميح البلورات ويحدث بوجود مطليل الامونيا .

من الحالات المعروفة الاخرى مي التشقق القاعدي للمراجل الحديدية وهذا يحدث في المناطق الضيقة التي تتركز فيها القاعدة المتأتية من البخار مثل في مناطق النضوحات ومناطق اللحام او حول مناطق الدعائم ، أن الفولاذ معرض للتآكل الجهدي في محيطات ممينة • يحدث تشقق خلال البلورات في ا محاليل الكاوريد الحارة ، أن استعمال ماء التبريد المالح يؤدي الى هذه الحالات في البادلات الحرارية او في الإنابيب •

طرق تجنب وعلاج التآكل المهدى نح

أ _ نقليل الجهد المتبقى في المسدن ابوالطة عملية ازالة الجهد وتختلف درجية عفر أرد أزالة الجهد من معدن الى أخر ،

ب ... تجنب تعريض المعدن لمحاليل تؤدي الے تاکر جیدی ہ

ج ـ تبديل السبيكة أو المعدن الى أخر.

د _ استعمال الحماية الكاثودية ه _ استعمال مانع التآكل

و ـ تصميم جيد أنع تسليط جهود كبيرة اثناء الشيعيل •

٢ ــ التاكل والتعريسة Erosion Corrosion عند تعرية المعدن من الفلم الواقى فكي بعض المناطق بواسطة تأثيرات مكانيكية كسرعة

من اقدم حالات التآكل الجهدي المعروفة همي

الجريان في المنحنيات يكون المعدن معرضا للتأكل في هذه المناطق ويسمى هذا النوع التآكلل والتعرية • تحدث التعرية أينا في الانابيان الخارجة من المضخات وفي مناطق الجريان المنطوب • يكون هذا التآكل على شكل اخاديد في خطوط • ثقوب مدورة • عادة يكون المناكل معظم المعادن والسبائل يتكون على سطحها معظم المعادن والسبائل يتكون على سطحها طبقات من الاوكسيد تجعلها خاملة في التفاعل مع محيطها وتعطيها مقاومة ضد التآكل • عند انقشاط طبقة الاوكسيد نتيجة التعرية الميكانيكية بينكشف المعدن الاصلي للمحيط ويتآكل مكونا مواد ناتجة عن التآكل التي بدورها تنقشط ويتكل المدن مرة اخرى للتآكل •

ان قسما كبيرا من المحاليل والمحيطات هـ تسبب التآكل منها الغازات ، المحاليل السائلة ، وان جميع ينقسم الاجهزة المعرضة لحركة سريعة للمادة او أقسام نـ اضطراب تتآكل بهذه الصروة في مناطق أب حد

الصمامات ، مناطق تغير اتجاه المادة ، المضات ؛ انابيب المبادلات الحرارية ، مسراوح الهواء ، النوزلات وغرها .

توجد خمسة طرق لتجنب حسدوث هذاً

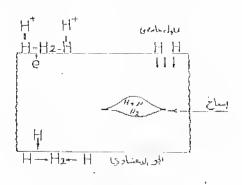
أ ــ تبديل المعدن او السبيكة باخرى مقاومة للظروف المسلطة

ب منتصميم المنظومة او الجهاز بحيست يقلل من الحركة السريعة والاضطرابTurbulenc يقلل من الحركة الستعمال مواد مانعة التآكل

د ... تغطية المنطقة المرضة بطبقة مسن المدن الصلب Itardsurfacing او بمعدن مقاوم للتآكل

ه ــ الحماية الكاثودية • <u>٧ ــ التآكل بالهيدروجين :ـ</u> ينقــم التآكل بالهايدروجين الى اربعــــة

(Blisters) تا الله الانتفاهات (Blisters)



ان طريقة حدوث الانتفاخات موضحة اعلاه، المخطط يبين مقطع من جدار خزان في داخله محلول حامضي والسطح الخارجي للمعدن معرض للجول الاعتيادي ،

يتقاعل المعدن مسح المحلول مكونها فرات الهايدروجين التي بدورها ولصغر حجمها تنفسذ خلال المعدن واما تغادر المعدن على شكل فرات او تتحد داخل المعدن مكونة جزيئات الهايدروجين لكبر حجم هذه الجزيئات فانها تنحصر داخسل المعدن وتولد ضغطا وانتفاخات ظاهرة هيه وهذه الانتفاخات تضعف المعدن وفي بعض الازقسات تسب انفلاعه م

ب ـ تقليل مرونة المدن :-

لم يعرف لحد الأن كيف يؤثر الهايدروجين على مرونة المحادن بحيث تصبح المعادن سلملة التهشم Brittle) واكن من المعلوم أن السبب هو أيضًا نفاذ ذرات الهادروجين خلال المعدن عن المعتمل أن الهايدروجين خلال المعدن مكونا مركبات جديدة سهلة التبشم و والدلياء على ذلك مو تقليل مرونة التبتليوم بالهايدروجين وذلك التكون هدريد التبتليوم الذي درجة مرونته والدائة .

ح ـ تقليل الكاربون في أنعدن

(Decarburization)

والتشقق (Cracking) في درجات الحرارة المرتفعسة يمتسس الهايدروجين الكاربون الموجود في السبيكة أو المعدن

مكونا غاز الميثان :ـــ C +2H₂ ----- CH₄

وهذا التفاعل يقلل من تركيز الكاربون في المعدن ويزيد في مرونته وسرعة تمدده (Creep) كذلك لان ذرات الهايدروجين تتفذ خلال المحدن فان تكون المينان داخل المعدن يولد ضغطا عاليا ويؤدي الى تشققات لأن جزيئة المينان كبيرة ولايمكن خروجها من المعدن و أن أضافة مسادة الكروم والموابدونوم الى السبيكة تزيد في مقاومة السبيكة ضد ظاهرة تقليل الكاربون والتشسقق بالهايدروجين و

Selective Leaching الانفصال بالتآكل الانفصال بالتآكل المحادث

وهذا يعني انفصال احد عناصر السبيكة نتيجة التآكل ، المثال المروف هو انفصال عنصر الخارصين من البراص .

ان البراص متكون من (٧٠) بالمائدة خارصين عن المسترف ال

توجد نظريتين لتوضيح كيفية انفعـــال الخارمــين:-

أ_ أن الخارسين يذاب في المطول تاركا

أيونات الخارصين في المحلول بينما تطلى السبيكة مرة ثانية بالنحاس فقط • في كان الحالتين أن النفاعل كهركيمياوي .

ان وجود الاوكسجين في المحلول يساءد على زيادة سرعة التآكل .

من المكن تجنب ظاهرة انفصال الخارصين باتباع مایلی :

١ - تقليل فعالية المحلول بتقليل تركيــــز الأخسري ه

٣ - استعمال سبيكة مقاومة مثل البراص الاحمر (١٥ بالمائة) خارصين ، او في حالات التآكل الشديدة سبيكة النحاس والنيكل ،

٣ - اضامة عناصر جديدة الــــى السبيكة

ب - أن البراص يذوب في المعاول وتبقيى الزيادة المقاومة منها القصدير الموجود بنسبة (١) بالمائة في البراص Admiralty . او اضــــافة الفسفور او الانتموني او الالمنيوم بنسبة قليلة . توجد هذه الظاهرة ايضا في الحديد الصلب الرمادى Gray Cast Iron حيث تعلو سطح الحديد طبقة من الفحم ويمكن قطع الحديد بسهولة بعد هــذا الانفصال •

ان مابحدث هو تكون خلية كالفائية بــــين المديد والكاربون الموجود في الحديد الصب • لأن الكاربون يقع في الجهة غير المتآكلة بالنسبة للحديد في الجدول الكالفاني فإن الحديد يذوب في المحلول ناركا الكاربون على شكل فحم •

يحدث ايضا انفصال للالمنبوم بوجود حامض الهايدروغاوريك او الحوامض الاخرى .

لكل نوع من التآكل طريقة مدينة لمالجه او الوقاية منه (سندرج معظم هذه الطرق) • يجب ان نعلم مسبقا ان الاعتبارات الاقتصادية مسب التي تتحكم في اختيار طريقة المسلاج • في بعض الحالات اذا استطعنا ان نصب عمسر الجيساز المتبقى ووجدنا ان التآكل منتظم وبطى، غان عسم

استعمال اي علاج اكثر اقتصاديا من استعمال طريقة للحماية منه وتبديل الجهاز بعد فترة مناسبة يعتبر الملا جالمناسب •

١ ــ اختيار السبيكة أو المعدن ألناسب : ــ

وهذه الطريقة الارلى في علاج انواع كندية من التآكل ، توجد جداول كثيرة تبدين المعدن المناسب ، تدخل في هذه الجداول عدة عوامل هنها درجة الحرارة والنسفط ، مدى فقاوة المعدن او المدينا : العرامل الاقتصالية ونيرها ، وقد نتجت عده البعالال عن عارة طريلة وعن بحوث كثيرة ولكن يبب أن تمتبر كدليل فقط وذلك لوجود حالا ، خاصة ممينة لايمكن تدليسة قاعدة واعدة عليها ، ندرج ادناه بعض السحائك والمعادن اللائمة والاقتصادية لمطايل أو محملات خاصة :

أ _ تستعمل انواع المولاد اداولة حامض
 النقريك •

ب ــ النيكل وسبائكه للقواعد . ج ــ المونيل لحامض العايدروغلوريك

اعداد الهندس / بدري صالح حاسم

د _ الهاستياري لحامض الهايدروكلوريك

م ... الرصاص لحامض الكبريتيك المخفف

و ـــ الالمنيوم للجو الاعتبادي غير الملوث .

ز ــ القصدير للماء المقطر

د. _ التيتانيم للمحاليل المؤكسدة القويـــة والحارة •

ط _ التانتالوم المقاومة العالية لعظـم المتالك .

ي - الحديد لحامض الكبريتيك المركز ان هذه القائمة لاتعتبر الحل النهائي ولكن توجد معادن وسبائك اكثر ملائمة واقتصادية في بعض الظروف و توجد بعض القواعد والقوانديل العلمة الاخرى التي يمكن ان يستند عليها المسمم عند اختيار المدن المناسب و

فسلا المحديثات الاحدرائية مثل الدواسس والمنس الخالية من الهواء المذاب يستعمل عادة النيكات والنحاس وسبائكهما والمحيطات المؤكددة السبائل المكرومية تعتبر مناسبة وملائمة عالمحاليات المؤكددة التوية يستعمل التيتانيوم وسبائكه التي تتميز بمقاومة عالية و

(Lining) التبطيعين

تبطن بعض الاوعية والاجهزة بمعادن أو سبائك مقاومة المحيط كوسيلة للعزل بين المعددن الاصلي والمحلول وكطريتة المتصادية يجدري

التبطين بلحام صفائح من المعدن الواقي علمى المعدن الاصلي ، تكون هذه الصفائح بسمك خفيف ولاتدخل في حسابات التصميم من ناحية تحمل الضغط او المادة المداولة ولكن تستعمل فقط للحدمن تآكل المعدن الاصلى وللحفاظ عليه ،

توجد طريقة اخرى مشابهة تسمى التلبيس (Cladding) ومذه تعتمد على نفس الفكرة الا ان الفرق بين الطريقتين ان الوعاء في الحالة الثانية يلبس بالمعدن الواقي اثناء الصنع وباستعمال الحرارة (Hot Rolling) لذلك في حالة التلبيس لاتتكون طبقة هواء بين المعدن الاصلي والمدن الواقيء والمدن الواقيء والمدن الواقيء والمدن الاحلي والمدن

تبدَّن بعض الاجهزة والاوعية في حـــالات خاصة بمواد غير معدنية مثل :ــ

١ _ المطاط الصناعي والطبيعي ٥

٢ _ المركبات البلاستيكية •

٣ _ السيراميك والزجاج •

إلفحم والكاربون -

ه _ السمنت المقاوم .

ان هذه المواد بصورة عامة تعتبر اقل قدوة ومتانة من المعدن و ان المطاط والمركبات البلاستيكية اكثر مقاومة من المعادن لايونات الكلور ولحامض الهايدروكلوريك ولكن تتحكم بها درجة الحدرارة حيث لايمكن استعمالها لدرجات حرارة اعلى من من (۳۰۰۰) ف و اما السيراميك فمقاومته عالية وخاصة للحوامض ولكنه سهل التهشم وضعيف مقارنية بالمعادن و

7 ــ تفير المحيط :ــ

تنقسم هذه الطريقة الى عدة اقسام منها مايلى :__

أ ـ تقليل درجة الحرارة:

كما معروف ان زيادة بسيطة في درجسة الحرارة تضاعف من سرعة التآكل لذلك فان تقليل درجة حرارة المحيط تساهم كثيرا في الحد مسن التآكل و لانتطبق هذه القاعدة في جميع الحالات فمثلا ان ماء البحر المغلى اقل تأثيرا من ماء البحر المعلى الحار و السبب هنا ان درجة ذوبان الاوكسجين تكون قليلة عند وصول ماء البحر درجة الغليان وان تقايل درجة الحرارة مرتبط بالظسروف

ب ــ تقليــل السرعة :ــ .

التشيمانة •

عادة سرعة جريان المادة تزيد من سرعة التآكل ولو ان لهذه القاعدة شواذ ولكن تجنب السرعة العالية يقلل من ظاهرة التعرية والتآكل •

ج _ ازالة الاوكسون والمواد المؤكسدة

وهذ والطريقة قد استعملت منذ زمن طويل فقد كان الماء الداخل الى المراجل يمر خلال قطع حديد سكراب لازالة الاوكسجين • في الوقعات الماضر تجري هذه العملية بواسطة الفراغ (Vacuum)

ان سبائك النيكل والموليدنوم (هاستيلوي) تعتبر مقاومة لحامض الهايدروكلوريك ولكن اذا المتوى هذا الحامض على شوائب من كلوريد المحديديك غان مقاومتها تضعف ، لذلك يجب

تنقية الحامض من هذه المأدة المؤكسدة •

د - تفير تركيز المحلول

ان تقايل تركيز العنصر المسبب للتآكل في المحلول يقلل من سرعة التآكل مثل تقليل تركيرز العامل الموامض مثل حامض الكوريك الماء ، بعض الحوامض مثل حامض الكريتيك والفوسفوريك تصبح غير فعالة عندما يزداد تركيزها في مذه الحالة فان زيادة التركيسز سيقلل من سرعة التآكل ،

ه ــ استعمال مواد مانعة التآكل

مانع التآكل هو عبارة عن مادة تضاف السى محيط معين بتراكيز قليلة تقلل من سرعة التآكل على تعتبر عسده المدواد بمثابة عاملك حسده ساعد على هسده الان كيفية عمل هسده المدواد .

لقد اكتشنت هذه المواد بعد اجراء عسدة تجارب مختبرية ولاسباب تجارية فان معظمها لم يعلن عن تركيبها ولكن من المهكن تقديدها السسى

المواد ذات غامية الادمماس

ان معظم مواد مانعة التآكل لها هذه الخادية وهي عبارة عن مواد عندرية تشكل فلما على سطح المعدن يعزل المعدن عن المحيط ويوقف عن نازول المونات المعدن الى المحاول ،

مثال على هذه المراد هو ألامين العفـــوي (Orgaine Amines)

المواد المقللة لانبعاث الهايدروجين

جمض المواد عند اضافتها للحوامض تتلل من

انبعاث الهايدروجين بذلك تدجب عملية التآكل ٠

مثال على هذه الواد الزرنيخ والانتموني ٠

المنظنات : ــ

تستعمل هذه المواد في وحدات تعامل المياه وفي الحالات التي يكون فيها الاوكسجين العامل المسبب للتآتيل ،

المراد المؤكسدة

مثل النترات والكرومات التي تستممل للمعاهن التي تتكون فيها ظاهرة الخمول Passivity مثل الحديد وسبائلة والفولاذ .

المواد الفعالة عند التبخر

وعدد سدادية الدوع الاول وخاصيها ان ابا ضغط بحار عالى - لذلك تبت مل لحماية الاجهدزة عدد عملية نقلها حيث توضع كمية من هذه المادة داخل الوعاء وعدد تبخرها تلامس سطح المعدن وتمنع تآذله ه

الموآد المادلة للحموضة

تنباك هذه المواد لمعادلة حموضة المطلبول وبذلك تقلل من التآكل ، مثال على ذلك الامونيا ، من المهم جدا أن نتذكر أن أضافة هذه المواد مرتبط معدة سوامل منها درجة المورارة ، نوعيسة المعدن ،

نوعية المحلول وتركيز المادة المضافة •

يجب اضافة التركيز المقرر من قبل الشركة الصانعة لانه اذا كان التركيز قليلا فان التآكيل لايقل بالدرجة المطلوبة اما اذا كان التركيز عاليا فنكون قد اضفنا كمية اضافية لاموجب لها اضافة الى احتمال تلوث المحلول نتيجة ذلك •

٣ ــ التمسميم

ان اهمية التصميم تعتبر من الاسس الرئيسية في منع التآكل و يجب على المصمم أن يأخذ بنظر و الاعتبار قوة المعدن المطلوبة مع وضع سلسمك أضافي للتآكل و

بما ان التآكل يقلل سمك المعدن لذلك عند حسا بالسمك المطلوب يضاف سمك اضافي للتآكل، فمثلا اذا اردنا تعسميم خزان بعمر عشرة سنوات وقدرنا سرعة التآكل في عشر سنوات بمقدار ١/٨ انج انج فيجب ان يكون سمك جدار الخزان ١/٤ انج وذلك لان التآكل قد يكون منتظما كما متوقع و ادناه بعض القواعد المهمة للتصميم الجيد :-

أ _ يجب استعمال اللحام بدلا من البسمرة Rivefs لنع التآكل الموضعي .

ب ـ تصمم الخزانات والاوعية بحيث يسهل تقريعها وتنظيفها • يكون عادة قعر الخزان مائللا من جميع الاتجامات الى نقطة التفريخ •

ج ـ تصمم الاجهزة بحيث يسهل تبديك الاجزاء التي يصيبها تآكل سريع • بعض الاوقات تصمم المضات للمواد الكيمياوية بحيث يسلم

رفعها عند الحاجة لتبديلها ٠

د ــ تجنب الجهود المتبقية والجهود المسلطة على الاجهزة لمنع ظاهرة التآكل الجهدي •

م ـ تجنب ایصال معدنین مختلفین متباعدین
 في الجدول الكالفاني ومحاولة عزلهما

و _ تجنب الانحناءات الحادة في الانابيب حيث يتغير اتجاء السائل في هذه الانحناءات مسببا ظاهرة التعرية •

ز ـ تجنب تعريض مناطق من المعدن لحرارة اعلى من المناطق الاخرى • يجب تصميم الجهاز بحيث توزع عليه درجة الحرارة بصورة منتظمة • حـ تصمم المنظومات لمنع دخول الهواء في المحاليل مثل الاقلال من السحمال المحركات الميكانيكية Agitators ومنع النقاط التي يدخل منها الهواء الى المنظومة •

١ الحماية الكاثودية

كما نعلم ان التآكل هو تفاعل كيركيمياوي يتضمن انتقال في الالكترونات وانبعاث الهايدروجين حسب المعادلتين التاليتين بالنسبة لتآكل الخارصين

في المامض - Zn⁺² + 2e⁻¹ في المامض

2H⁺ + 2e —→H₂

في الحماية الكاثودية يجهز سطح المحدن بالالكترونات بذلك يقلل من نزول ايونات المحدن في المحلول • توجد طريقتان في الحماية الكاثودية وحما :

i _ تجهيز التيار من مصدر كهربائي خارجي :--



شکل رقم سه۔

اذا نظرنا الى الشكل (٩) نجد أن الخسران احبح قطبا سالبا وكما نعلم من التآكل الكالغاس تصبح حماية للخزان •

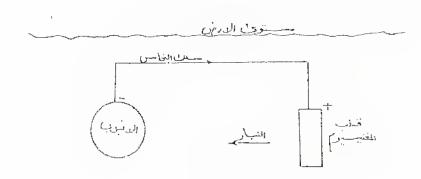
ب ـ انشاء خلية كالفانية

اذا أوصلنا الجزء المراد حمايته بمعدن أخر الهل منه ديمة وبعبدا عنه في الجدول الكالعاني تتآلون

تستعمل التغطية بصورة رئيسية لعزل المعدن عن محيطه وتنقدم الى مايلي :-أ _ التفطية بالمواد المعنية وغير المضوية

يعطى المعدن المراد حمايته بالمواد المعدنية والحجب العذبوية معدة طرق منها :ــ

التغطية بالكهرباء ، التغطيسة بالاذابيسة ، النابيس ، التعمليس ، التعملية بالبخار ، التنافذ »



شكل رقم ١٠٠٠

ادرا الخلية كالفائية بمن فيها التيار من التياب الموجيد (المصل الإتل فيمة) الى الدمب السلاب (المحسنان الاعلى تيمة) وبذلك نحمى المعدن من التآكل بينمــــا يتآكل التطب الموجب الذي يجب تبديله بدين غترة وأحسري ء

المثال الشائع هو استعمال المعنيسيوم لمتماية الإنابيب المدنونة في الارض كما في المخطط الشكل (١٠) السيارات ، الاجهزة المنزلية ، الادرات الفضدية سيأتى شرح مفصل للحماية الكاثودية فيمسا

> coating م التفطيعة

التعريل الكمداري ء

في جمهم الأخوال يجب التأكد من وجود عزل جيد حيث أن ظهور أي انكسارات أو تشققات ني سطح الطبقة المغطية يؤدي الى تاكل سريم فسي تلك المنطبة -

مثال على هذا النوع من التفطيعة دعاميات الماب الحافظة للمواد الغذائية .

التفطية بالكهرباء المادد التفطية بالكهرباء هنا يغطس الجزء المراد عمايته في حوض من

محلول المعدن المستعمل للتغطية وبمرور تيسار كهربائي في المحلول بوجرد تعلب بذلك تتنقسل ايونات المعدن المحلق الى الجزء المعطس السذي يمتبر القملب الثاني، فمثلا يغطى الحديسسد بالخارصين في حوض حامضي من كبريتات الخارمين أو في حوض قاعدي من سيانيد الخارسين و يكون الحديد القداب السااب و

ان نوعية التغطية تعتمد هنا على درجسة الحرارة . مقدار التيار ، الوقت وتركيز المحلول وتغير هذه العوامل حسب الحاجة المطلوبة فمسن الممكن تعديلها للحصول على تغطية خفيفة او تغطية مميكة وقد ننون التغطية متكونة من معدن واحد او من عدة معادن واحد يغطى الاخر و

على سبيل المثال ان دعامات السيارات تغطى اولا بالنحاس ثم بالنيكل واخيرا بالكروم .

التفطية بالاذابـة

هنا يذاب المعدن المغطى بواسطة سعلة وينفخ على الجزء المراد حمايته • يستعمل الاستبلين والاوكسجين لتجهيز الشعلة او في بعض الاوقسات يستعمل غاز البروبان •

تكون التغطية بهذه الطريقة غير منسمونة الاحتواء الغطاء على فقاءات ومنافذ وتستعمل في الحمالة ضد ظروف تآكل سهلة وغير شديدة •

يجب تهيئه السطح المراد تغطيته بواسطة التبيض بالرمل لكي يكون خشنا وللحصول على تلامس جيد ، لكون هذه الطريقة اقتصادية فأنها تستعمل في حماية الجسور والبواخر واجهزة التبريد

والمداخن وغيرها

التلبيس

لقد ورد ذكر هذه الطريقة في الفقرة الاولمسى (الختيار السبيكة او المعدن الماسب) .

التفطيس

وهذه من القدم الطرق حيث يغطس الجزء المراد تغطيمه في معدن سخن الى درجة الدربان • ومثال على دلك الحديد المكلفن • يكون القطاء سميك مقارنية بالطرق الاخرى •

التفطية بالبخار

وهذه الطريقة تجري في غرفة قد ازيل منها الهواء (فراغ) ميسخن المعدن المعطى بالكهرباء الى ان يبخر ويغطى البخار الجزء المراد تغطيته مان هذه الطريقة تكلف كثيرا ولاتستعمل الاللاجزاء الهمة جدا مثل اجزاء الصواريخ والمركبات الفضائية م

التنافسذ

في همدة الطريقة يعامل الجدر، المطلب المدراد تعطيته مدع المعددن المطلب نعاملا حراريا حيث يتنافذ المعدنين الواحد في الاخر ونحمل على سبيكة منهما على سطح الجزء بعرض الجزء لحيط غازي يحتوي على المعدن المنطي و فمثلا في عملية التعطية بالالمنيوم يؤكسد سطح الجزء للحمول على اوكسيد الالمنيسوم تستعمل هذه الطريقة للاجزاء المقاومة للحمرارة العالية و

التحويل الكيمياوي

في هذه الطريقة تجري عملية تآكرا لسطح الجزء للحصول على طبقة من المواد الناتجة من المتكل التي تعزل الجزء الاحلي وتمنع حدوث التآكل مرة اخرى • فمثلا يسخن الحديد في البواء للحصول على اوكسيد الحديد الذي يغنلي السلط ويعتبر اكثر مقاومة من الحديد نفسه •

ب التفطية بالمواد المضوية :-

وهذا يتخمن عزل المعدن عن المحيط بسمك خفيف من مادة عضوية مثل عملية الصبغ .

تستعمل هذه الطريقة في معظم الاحسسوال التغطية المعادن المعرضة للجو ولاتستعمل للسطوح الداخلية كحبغ السطح الداخلي لوعاء مثلا • يجب عدم استعمال هذه الطريقة لمحيطات ذات قسوة تآكل شديدة لان اي انكسار في طبقة الصحيف يذدي الى مائل -- -- •

توجد ثارث عوامل مهمه يجب الاخذ بها عبل البدء بالنفطية وهي :-

١ _ تهيئة السطح

وهذا يتضمن جمل السطح ختانا للحصول على تلامس جيد اضافة الى ازالة الاوسسساخ والدهونات والمواد الغربية ، اي ان السطح يجب ان يكون نظينا وخذا ،

احسن طريقة للحصول على سطح جيد هي التنافس بالرمل ، توجد طرق اخرى مثل التخطيس والتنقير ،

أ ـ اختيار الاساس

ويعتوي الاساس على مواد مضافة مضادة للتأكل منل كرومات الخارصين - بجب تغطيسة جميع سطح المعدن وحتى المناطق الخبيقة •

من المستدسن استعمال اساس سريع الجفاف لنع تلوثه م

٣ ــ الفطاء الخارجي

ان اختيار الصبغ الملائم مبم جدا • فعشلا ان استعمال الصبغ الرخيس هو عبارة عسن المتصاد زائف ويعتبر غالي على المرحلة الطبيلة • شما وان معظم كنفة عماية الصبغ هي ليسست في الحبخ نفسه واكن في العمل واجهزة الصبغ ،

تستعمل عادة عدة حلبقات من الصبغ للتأكد من عدم وجود فقاعات او انكسارات في الغطاء ، لايمكن الحصول على سبخ جيد بتغدلية المحسدن بطبقة واحدة ،

من الطرق الجيدة في الدين استعمال الرشاش والمرارة للحصول على تماسك جيد .

رابعا: _ حماية الاجهزة المتوقفة عن التشــــفيل أ ـ قواعد الحماية

يمكن تعريف حماية المعدات المتوقفة عسسن النشغيل بانبا طرق الحفاظ على هذه المعدات وعدم الاخلال بوظيفتها او اصابتها باضرار حين توقفها كاحتياطي لمعدات اخرى وارجاعها الى مسلاحيتها للعمل في اقل وقت واقل تكاليف ممكنة ٠

ب ـ مصادر الأشرار والتلف

عادة تكون اسبا بالتلف للمعدات خلال فترة التوقف مختلفة تماما عن اسباب التلف اثناء فترة النشطيل ويجب مراعاة ذلك بعناية في تعيين الاجزاء المراد حمايتها وطرق الحفاظ عليها من التلف اثناء المرقف •

وعادة تكون رطوبة الجو مي العامل الاساسي للتلف حيث انه في درجة حرارة الجو يكون من السهل تكثف بخار الماء المختلط بالاوكسجين مما يسبب الصدأ والتآكل وهذه الظروف عادة لاتكون متوفرة اثناء التشغيل حيث تكون درجسة الحرارة عالية لحدما وعلى هذا تكون ظروف المسدات التي عالية لحدما وعلى هذا تكون ظروف المعدات التي المتوقفة عن التشغيل هي نفس ظروف المعدات التي تعمل في درجة حرارة الجو وتعرضها للصدا والتآكل ايضا احتمال تسرب رطوبة الامطار والثلوج خدال التشققات الصغيرة واماكن الربط أو خلافه تكون النشقيات الصغيرة واماكن الربط أو خلافه تكون مصادر جديدة للتلف وتتريد عوامل التآكل والصدأ ايضا اذا كانت سطوح المعدات المتوقفة عن التشغيل غير منظفة جيدا أو أن يكون بها مخلفات كيمياوية أو رواسب مسببة للتآكل فأن هذه المواد قد تكون أكثر خررا وتسببا للتآكل في وجود الرطوبة و

اعداد المهندس / علي احمد مصطفى حماد

كذلك مان الحديد الصلب وسبائك المعادن والتي تكون مقاومة للتآكل بصورة مرضية خلال عمليات وظروف النشغيل من الضغط ودرجة الحرارة قد تقائر بصورة خطيرة لظروف الجو ووجود اتربة او اوساخ وغازات مختلطة مع الرطوبة والتي تجعلها مسببة للتآكل بدرجة كبرة ٠

ج - اسس وضع نظام فعال للحماية :-

ان وضع نظام فعال لحماية المعدات المتوقفة عن العمل هو نتيجة فهم جيد لظروف ومسببات التلف للمعدات وكذلك امكانية وسهولة طرق هذه الحماية والتي يمكن تقديرها وتدنيفها حسبب الاسس التالية :_

١ الفحص الكامل للمعدات بعد عزلهاعن التشغيل ٢ القاءنظرة غادصةعلى التصميم الميكانيكي المعدات

٣ ــ تميين وتقدير فترة التوقف للمعدات

إلى الاخذ بنظر الاعتبار طرق الحمايــة
 المستخدمة لكل قطعة من المعدات على حدة

ه ـ اقتصادیات أو تكالیف الحمایة للمعدات •

٦ _ القيمة الارجاعية للمعدات

٧ _ توقع الاحتياج للمعدات

د ـ الظروف المؤثرة على متطلبات الحماية قد تختلف الظروف لاحتياج حماية المعدات من مصفى الى اخر ويعتمد ذلك بصورة كبيرة على الاختلافات التالية :__

٢ - الاحوال الجوية قد تختلف بدرجات متفاوتة في:
 أ - الرطوبة

ب النهايات القصوى والصغرى لدرجات الحرارة

ج _ التغيرات الفجائية

٣ ــ جو المعمل قد يتأذر بذاروفه التالية : ...

ا _ مىمل كيمياوي

ب _ معمل حناعي

ج ــ میام مالحــة

تحديد الحماية الطلوبة

١ ــ الفدص ا

لتقدير نوع الحماية المطلوبة لاي جزء ما المعدات يجب اولا فحصه بصورة جيدة ومستفيضة وهذا الاجراء الاولي هو الذي يحدد بملورة مقيقة حالة المعدات او الاجزاء ونوع الحمايلة الواجب تنفيذها أضافة الى ذلك فأنه يمكننا نقدير ما اذا كانت المعدات ذات قيمة كافية لاجراء الحماية الم لا م هذا ومن الواضح انه ليس اقتصاديا اجراء الحماية لمعدات وصلت الى حالة من التلك بحيث الصبحت غير صالحة للاستعمال ويجب تبديلها م

ويجب تسجيل الفحمس واظهمار المعلومات

٢ _ وحان تفصيلي لحالة المعدات .

تقدير العمر التبقي للمعـــدات • ومـــفا التقدير يحدد على اساس تطور حالة المعدات من خلال الفحوصات السابقة •

٣ _ تقرير التنظيف المطلوب

عمل الادامة الفورية المطلوبة اذا تقسيرر استمرار المعدات في التشميل .

ان نحص المعدات المتوقفة عن التشميل سوفة يعطى فكرة عن الادامة والتصليح المطلوب

لتسهيل الاستعمال الفوري للمعدات اذا أريد ارجاعها الى الخدمة • كذلك فان فحص المعدات يجب أن لا يتوقف عند فحص المعدات الرئيسية فقط بل يجب فحص جميع المعدات وعمل الحماية اللازمة لها •

٣ ـ نظرة فاحصة لتصميم المعدات ٥

ان اجراء مراجعة تفصيلية لتصميم المعدات تكون مفيدة جدا في تحديد نوع الحماية المطلوبة ومن الواضح أن المعدات المصنوعة من معادن ذأت مقاومة جيدة للوسط المحيط قد تحتاج السي التربي المربطة المحيطة المحيطة المربطة المحيطة قد تحتاج السي التربي المربطة المحيطة قد تحتاج السي التربي المربطة المحيطة المحيطة المحيطة المحيطة المحيدة المحيطة المحي

مقاومة جيدة للوسط المحيط قد تحتاج السى عناية بسيطة وبالعكس فان المعددات المصنوعة من معادن أو مواد قابلة للتلف السريم قد تحتاج الى عناية خاصة في وضم نوع الحماية المطلوبة ،

٣ ــ المدات الداخلية 3

ان طبيعة المعدات الداخلية او بعض الأجزاء داخل المعدات قد تختلف النظرة اليها فمثلا المعدات المضادة للانخجار قد لاتتطاب عناية مركزة مشلل المعدا تالمعرضة للابخرة والاتربة م

ة - النوع الإساسي الماله الدماية ة

ان النوع الاساسي تعطاء الحماية ينص عليه في مواصفات التصميم مثل الغطاء بالصبيخ أو الغطاء المعدني ٠٠٠ المخ ويجب تحديده في ضوء تاثيره ردرجة الحماية المطلوبة ، ومن المكن أن يكون الغطاء الاساسي المغطى للمعدات اصلا من قبل الصانع كاغيا أذا كانت فترة التوقف صغيرة ٠ قبل الصانع كاغيا أذا كانت فترة التوقف صغيرة ٠

ه _ تحديد فترة التوقف 🕏

من المهم جدا تقدير فنزة التوقفا اقسرب

ماتكون الى الحقيقة و وانه لعامل أساسي في تعديد الحماية المطاوبة للمعدات ومن الواضـــــــ أن الفحوحات المطاوبة العمل حماية لفترة شهر واحد من التوقف تختلف كثيرا عن الفحوصات والحماية المطلوبة لعددة اشهر و

و فيالحقيقة ان التقدير الخاطي، لفتسرة التوقف قد يؤثر تأثيرا كبيرا على حالاحية المدات للاستخدام أو أن يكلف الجهد والمال الزائد بدون فائدة مرجوة و فاذا كان تقدير فترة التوقف أقلل من الحقيقي قد ينتج عن ذلك التلف التام للمعدات أو أعادة عملية الحماية وأذا كان تقدير فتلسرة التوقف أكبر من الحقيقي فاننا نكون قد كلفنال

٦ _ اعتبارات اقتصادیة : _

ان اختيار طريقة للحماية تعتمد على قيمة المعدات وعلى تكاليف الحماية واخيرا على كمية الخماية المطلوبة •

ان المعدات التشغيلية لاي مصفى تمثل رأس مال لاباس به وانه من غير العملي حماية كلل المعلى حماية كلا المعلدات خلال فترة التوقف و وكثير من اجزاء المعدات لكونها رخيصة الثمن ولارتفاع تكاليف حمايتها يجب ان لاتؤخذ في الاعتبار في اي برنامج للحماية .

هذه المعدات والاجهزة التي تقع تحت هذا البند هي كما يلي :-

المجهزة الرخيصة مثل الترمومتسرات الزئيقية _ المانومترات _ اجهزة قياس الضعط

المستيرة •

٢ ــ الاجهزة الكهربائية الصغيرة المعزولة ــ المحركات الكهربائية الصغيرة ــ الازرار ــ المحولات الجافــة •

٣ _ المعدات الميكانيكية الرخيصة مشكل المضخات الصغيرة ذات الدفع الواطىء _ الصمامات المصنوعة من حديد الصب _ الانابيب وملحقاتها و ان اي برنامج للحماية يجب ان لاتقرب تكاليفه من تكاليف تبديل هذه المعدات ايضا غان تقدير عمليات و من المحدات المحديد عليات المحدات المحديد عليات المحدات المحديد عليات المحداث المحديد عليات المحديد المحديد

تكاليف تبديل هذه المحدات ايضا فان تقدير عمليات - تحسين الوحدات او تحسين التحسيم لبعض الاجهزة يجبان ينظر اولا للمائد هنها قبل أن تصبح هذه المعدات غير صالحة ومن الواضح انه يوجد بعض الاستثناءات لهذه القواءد مثل اوعية الخزن والمحركات الكهربائية الكبيرة والفساغطات الضخمة ،

طرق الحماية :ــ

طرق الحماية والتي سوف نتكلم عنها فيما يلي - تختلف من معدات الى اخرى حسب نوعيتها وحسب نوع الحماية المطلوبة والوقـــت اللازم لاجـراء الحماية وتعطيل المعدات • ان اختيار طريقة من طرق الحماية عن اخرى يعتمد اساساعلى حالة المعدات وعلى فهم مقدار التكاليــف المطلوبة للحماية •

ا _ الحماية الخارجية :_

الفطاءات العضوية :-

١ ــ من اهم العطاءات العضوية المعروفة
 واكثرها استعمالا لتعطية السلطوح الخارجية

للحماية _ هي الأصباغ والمواد الشيبية واذا كانت هذه المواد مستعملة للحماية اثناء التشغيل _ فيجب فحصها جيدا وملاحظة وجود اي تمسدع لتماسك الصبغ او وجود فقاعات _ وفي هذه الحالة تزال هذه المناطق ويعاد حبغها او طلائها مرة اخرى واذا كانت مساحة هذه الاماكن كبيبية بالنسبة لمساحة المعدات وجب اعادة الصبغ الكامل للمسدات ،

7 ــ التشميم الكنيف

مراكز الدوران Bearings والاسسطح الانزلاقية وماشابه ذلك من الاجزاء التي لايمكن طلائها بالاحباغ ـ تعطى بطبقة كثيفة من الشحم

Wrapping 上型型上下

بعض الاسطح قد تغلف بواسسطة الورق السميك المانع لتسرب المياه او المواد البلاستيكية في بعض الحالات يعامل الورق المانع لتسرب المياه بواسطة ابذرة مواد مانعة للتآكل وهي مسواد خاصة يجب استشار: الساسع بعضوضيا أذا وجد من المفيد استعمال عذه الطرق في الدماية ،

١ – التفليف ضد النار والمعزل المراري :— يجب اعطاء عناية خاصة للمعدات المعزولية مراريا او المعطاة بمواد عافظة من الدرائيق عويجب ازالة المناطق التااغة وفحص سطح المعدن تحت هذه المناطق وتنظيفها جيدا واعادة صحيفها الما احتاج ذلك قبل وضع غطاء جديد ، يجب ايضا الاعتناء والتأكد من ان السطح الخارجي لهدذه الاغطية مانع لتسرب المياء Water proof

جيدة ،

و ــ الاغطية المدنية المرابية

عندما تكون الاسطح مغطاة بغطاء معدنيي للحماية غيجب محص هذه الاسطح بعناية وتنظيف المساحات التالفة جيدا قبل اعادة طلاءمها بنفس المعدن بواسطة الرش باللهب •

ج ـ الحماية الداخلية 6 =

١ ــ الفطاء الزيتي :ــ

جميع الاسطح الداخلية للخزانات والاوعية والمبادلات الحرارية والانابيب وانابيب الافسران ومجمعات الانابيب والاسطوانات والمضطفات والضاغطات والجسم الداخلي للصمامات والتربينات وما شابه ذلك من الاوعية المغلقة يمكن حمايتها بواسطة استعمال زبت خفيف من الدهن سدواء كان لهذا الزيت غاصية أبطاء التفاعل الكيمياوي للتآكل ام لا طالما مو كانمي وذو درجة لزوجـــة مناسبة للالتصاق باسطح المعدات ، وفي حالسة المعدات النابير دارالتي يمني الدهول ببا والوسنول الى جميع الاسطح بسهولة فيمكن استعمال طريقة اارش ولكن يجب العناية بالرش وتزييت جميع الاسملح بنفس درجة الكثافة وفي الحالات الاخرى للمعدات الصغيرة قد يكون مناسبا أن نعلى، هذه المعدا تبالزيت ثم يفرغ الزيت تاركا طبقة جيدة للحماية على جميع الاسطح الداخلية . والزيدوت الخفيفة المناسبة هي الانواع ذات اللزوجة الوادائة والتي لاتتبخر بسرعة ، والمواد المانعة للتأمّل هي هواد خاصة ويجب استشارة المسسانم بهذا

الخصوص ٠

٢ ــ اللسيء :ــ

جميع المدات المغلقة يمكن حمايتها بملئها تماما بواسطة زيت بترول خفيف ليس له خاصية التآكل مثل كازاويل سواء كان به اضافات ملنعـــة للتآكل ام لا • وفي بعض الحالات يستعمل ايضا الماء ذو الخاصية المانعة للتآكل في المليء •

٣ ـ مواد منع التآكل في الحالة البخارية

غد تستعمل مواد مانعة التآكــل في صــورة بخار لحماية الاسطح الداخلية للمعدات ويجب استشارة الصانع في مثل هذه الحالات في طريقة التحضير وكيفية الاستعمال حسب نوع مانع التآكل المستعمل وحسب نوع المعدات المطلوب حمايتها . وهذه المواد المتبخرة نستعمل أيضا في الاغطيلة الورقية اتسرب المياه والتي تغطى بها الاسطح لحمايتها . ويتم ذلك بتشبع مسام مدده الاوراق بالمواد المتبخرة او ان يستعمل مع الاوراق نسيج مشبع بهذه المواد ٠

الغازات الخاملة

جميع الممدات المقفلة قديتم حمايتها بواسطة ملئها بغاز خامل يطرد الهواء منها ويحل مدله منل غاز ثاني اوكسيد الكاربون ٠

ه ــ المحفقات

قد تستعمل المجففات في حماية المعدات الملقة حتى تمتس اي رطوبة موجودة بالداخل ويجب ان يكون هناك مؤشرات تبين مدى التشبع للمواد المجففة كما أن هذه الطريقة تستلزم الفتح ألدوري

للمعدات والكشف عن حالة المجففات وأبدالها اذا لزم الامر •

ـ تحسسنير : ـ

قد يكون استعمال نوع من الغطاء للحمايسة او مواد مانعة للتأكل لمعدن معين نفسه ضار لمعدن اخر ولذا يجب اعطاء العناية الكافيسة لاختيار نوع العطاء او المواد المانعة للتأكل حسب نوع المعدن والتأكد من أنه مناسب للغرض المستعمل فیـــه ۰

ذ _ ألحماية العامــة

عطاء والعير صرالصدا Cocooning الاكساء

طريقة الاكساء هي غطاء واقى للحمايسة بواسطة الرش بمادة بلاستيكية للمعدات بكاملها . ولقد استعملت هذه الطريقة بكثرة وبنجاح فسي الاغراض المسكرية وفي الصناعة لحماية المعدات المتوقفة • كما أن استعمالها غير محدود وغير مرتبط بحجم المعدات وشكلها الهندسيي وصلاحية الحماية بالعطاء البلاستيكي قد يمتد امده الى فترة عشر سنوات وفي امكانه توفير الحماية من الاتي : ــ

۱ ــ الامطار والثلوج والرطوبة

٢ _ الابخرة والموامض الصناعية

٣ _ الاتربة والجو العفن

ع _ الهواء المالح

وترتبط فترة الحماية بمقدار نوع وسلمك المادة البلاستيكية المستعملة رومواصفات هذه المواد سواء الخواص الطبيعية او الكيمياوية تطلب مدن الصائم) اما عملية الرش نفسها غليست من العمليات

الصعبة التنفيذ وتحتاج الى المعدات التالية :-

١ ــ ضاغطة هوا، ذات سعة ٦٠ قدم مكعب
 / الدقيقة بضغط من ٩٠ الى ١٠٠ رطل على البوسة
 المربعة ٠

٢ _ منظمات ضغط هوائية

٣ ـــ خزان تغذية للهواء المضغوط بسعة ١٠ الى ١٥ غالون

ع ــ مددس رش وخراطيم توصيل

ويستطيع عامل الصيانة القائم بهذه العملية أن يتقن عماء بعد فترة ممارسة قصيرة م

ويمكن المحمول على طريقة الرش وكيفيسة استعماله من احد منتجي المواد البلاسسستيكية المستخدمة للرشي .

Packaging - T

بالنسبة للاجزاء المسغيرة واجيزة القيساس يمكن همايتها بوضعها في اكياس بالستيكية أو علب كارتون تحفظها من الرطوبة -

د _ التمان بواسك تفدر النبر المنبط ق

ا - نكييف الهدواء :-

طالما كانت الاجهزة داخل غرف او ابنيسة معلقة يمكن حمايتها بواسطة تكييف الهوا، وحفظ درجة الدرارة ثابته مع تقليل نسبة الرطوبة السي اقل درجة ممكنة ،

٢ _ ازالة الرطوبة :-

في بعض الحالات تخزن المعدات في غسرف محكمة القفل مع ازالة الرطوبة منها بواسطة طرق ميكانيكية او بواسطة مواد تمتص الرطوبة مسع

استعمال مؤشرات تبين مقدار التشبع وعند استعمال مثل هذه المواد يجب ان تكون مرئيسة للمين او قريبة من شباك حتى يسهل تبديلها اذا وصلت الى حالة التشبع بدون الحاجة الى الدخول داخل الغرغة و

طرق الحماية لمعدات معينة :-

أ _ نظرة عامية :-

سوف نشرح فيما يلسي اجراءات الحمايسة لمعدات معينة سوطريقة العمل المقترحة في ضدوء احتياجات الحماية والوقت المقرر لتوقف المعدات كما أن الأرشادات التي سوف نذكرها هي بمثابة دليل فقط ولكن الأمر يعتمد اساسا على الفحص الجيد والفهم الواعي لتكاليف الحماية و

ب _ المدات المكانيكية

ر ـ الفطالت : ــ ١

ان طرق الحماية اللازمة للناغطات الكبيرة يجب ان تكون تامة وبعناية كبيرة وذلك لارتناع المان مذه المداب ،

ومذا النوع من المعدات معقد التركيب ويستلزم غصص جيد وبرنامج تفصيلي للقياسات والحماية ، في حالة بقاء الضاغطة منزونة فلحو منطقة العمل فيجب دراسة المشئلة من ناحية الجو المحيط وتاثيره على الحماية المطاوبة ، ومن الواضح ان رفع محرك الاحتراق الداخلي الذي يديب الناغطة قد يكون صعب ومكلف غير أنه في بعض الحالات يكون هذا هو الحل الامثل الذي يجب عمله الحالات يكون هذا هو الحل الامثل الذي يجب عمله ويجب اعدلاء عناية خاصة الضاغطات التي تازال

من اماكن العمل لتخزن في منطقة بعياسدة والخاعطات التي لاتستند على قواعد يجب تخزينها بحيث تستند على طول هيكلها حتى لايحدث بوا مطول Sag او تشوه Distortion ويمكن عمل قاعدة لها من هيكل هديدي من دعائم السلب المصنع باللحام و

ومن المهم الحفاظ على قيمة الضاغطة وحمايتها من الجو بوضعها في غرف معزولة او تغطيتها بغطاء مناسب _ ويفضل استعمال غرف خاصة او بناه للحفاظ على اغطية حماية السطح وعلى الضاعطة عامة من جميع العناصر وفيما يلي خطوات الحماية التي ينصح بها لخزن الضاغطات التي تعمل بواسطة محركات الغاز في اماكنها ولفترات التوقف الملاوبة عما انها تصلح بصورة عامة ايضا للضاغطات التي تعمل بمحركات البخار او التي تعمل بالبنزين و تعمل بمحركات البخار او التي تعمل بالبنزين و المخمع الضخ : _

ا مد فرغ مياه التبريد من جميع غطاءات الاسطوانة Cylinder jackets من ناحية دخول مياه التبريد ومن عازلات البخار فسرغ نهايات خروج المياه واحيانا تكون مناك سدادات 100gs خاصة للتفريخ وعندما يتوقف خروج الماء يجسب الفحص جيدا للتأكد من تفريغ جميع المياه و

٢ ــ تملى، جميع اماكن التريت واوعيتها
 كاملا بالزيت لمنع تكون الصدأ في اجزاء الضخ ٠

٣ _ نزال جميع حشوات ذراع الكبس وحلقات مانع الزيت وتنظف في محلول مناسب _ يستخدم غطاء مناسب لمنع الحدث ثم تاف باوراق

تمنع تسرب الماء او ان توخص في اكيساس بلاستيكية و والاغطية المناسبة لمنع الصدأ قد تكون الشحم او زيت عالي اللزوجة او مواد لها نفس الخواص وفي حالة استخدام مواد خاصة يجب أستشارة الصانع عن مدى ملائمة المسادة للغرض ويجب ترقيم الحشوات والطقسسات وتصنيفها حتى يسهل اعادتها في اماكنها الصحيحة وتصنيفها حتى يسهل اعادتها في اماكنها الصحيحة والخروج من

ق ـ تزال صمامات الدخول والخروج من اسطوانة الضاغطة وتنظف جيدا وتعطى بمسواد مناسبة تحنظ من الصدأ • عند ازالة الصمامات يجب رش غتمات التركيب وغتمة ذراع المكبس بمادة مناسبة •

ه ـ يدار محرك الغاز يدويا ويغطى جميع اسطح اسطوانة الضاغطة من الداخسل بواسطة غطاء الحماية سواء كان ذلك زيت تزيست او مانع مناسب للصدأ •

٢ _ يعاد ربط جميع الصمامات في الماكنها
 الاصلية وتغلق بالمكام •

ب ــ محموعة القوى المحركة

الاسطوانات وتنظيف الاسطوانات مسن الاسطوانات مسن الداخسل جيدا بواسسطة قماش ناعم حتى تعبح جافة ونظيفة • تستفدم زيوت التزييت في غطاء العماية او اي مادة مناسبة لمنع المسدا على ان تصل بتدر الامكان لكل السطح • تستزال الصمامات من رأس الاسطوانات وتغطى فتحاتها واماكن تثبيتها بنفس المادة المانعة الصدأ • يعاد

ربط رأس الاسطوانة ويراعى عمل الحمايسة للملفات Spring وبراغي الضبط ادا كانست خارجة عن غطاء الحماية الخارجي للضاغطة •

المرفق المحابي المعلى لمجموعية المرفق التامات ويمسح ويجفف جيدا من الداخل وجميع الاجزاء المتدركة ويمكن غسل هذه الاجزاء والوعاء الداوي لهيا بواسطة النفط الابيض قبل تجفيفها و تدار المجموعة يدويا للتأكد من أن جميع الاجزاء التالية قد تسم تغطيتها بواسطة الغطاء الزيتي أو المادة المانعة لتكون المسلة النطاء الزيتي أو المادة المانعة لتكون المسلة النطاء الزيتي المادة المانعة

Crosshead Guides and Pins = 1

ب _ عمود التوصيل

ج ــ عمود المرفق

د ـــ عمرد الكامات

ز _ مراكز الدورات الرئيسية (بقدر الامكان) ا

ه _ السطح الداخلي للوعاء

- تاه جسى الدائلة الدائدة ... ت التأكد انها لاتسمع بدخول الغبار وبعد اتمسام ارجاع جميع الاغطية وربطها ينظف السطح مسن الخارج وتستخدم الواد المانعة للصدأ في التغطبة من الخارج •

٤ ـ يفحص جيدا الهيكل الكلي من الخارج ويتأكد ان جميع الفتحات والتقوت والتي قـد سدت تماما سمح بدخول الغبار او الرطوبة قد سدت تماما بطريقة مناسبة .

ه _ بزال الملجنبتر من مكانه وينظف شم

يحزن في مكان جاف ودافى، سـ ويمثن حمايـــة الماجينتو خلال فترة الخــزن بواســـطة وخــــعه في علبة كرتون سميكة او وعاء مشابه •

٢ ــ تنطف وتغطى باغطية الحماية جميح الاجزاء
 الصغيرة والاجهزة المساعدة مئل صمامات الامان
 والانابيب والمرشحات •

يجب عمل غصس دوري للضاغطات والتسيي تبقى متوقفة عن التشغيل لفترة طويلة سوقد اشير الى ان هذه الفترة تتراوح مابين ثلاثة السي اربعة اشهر وخلال الفحص الدوري ينسح ان يزال غطاء الحماية عن فتحات الاسطوانات وعمود المرفق وغتجات مراكز الدوران وعمود المكبس وغيرها وذلك لتحديد حالة المعدات وعندما يسرى ان برنامج الحماية يسير بصورة مرضية يعاد غطاء الاسطح التي ازيل منها غطاء الحمايسة وانفس البرنامج الذي عمل سابقا بنفس الطريتة وانفس البرنامج الذي عمل سابقا ما اذا كانت الحماية قد تمث بواسطة عمل غطاء وأني من شائستيك على شرد النسس المبالدة عمل غطاء تتباعد حسب خبرة المختسين في هذا المجال وتتباعد عسب خبرة المختسين في المختسين المختسين في المختسين المخت

اما اذا اظهر الفحس الدوري وجود صدا في مناطق معينة غيجب على الفود ازالة المسددا ومسحه جيدا وتجفيفه ثم اعادة تغطيته بغطساء

وهناك تعديالات على البرنامج السابق لتنفيذ الحماية اذا كانت فنرة التوقف قصيرة وفي اغلب المناخات او الجواء المعامل يكون من غيية المعامل ترك الضاغطات سواء من الداخل أو مين

الحارج بدون حماية لفترة تزيد عن سنة اسابيع و فاذا ظهر أن فترة التوقف سوف تزيد عن مسدة المادة وجب أجراء الحماية و في المناطلة الباردة واحتمال تجمد الحياه فيجب تفريغ الماء من مجموعة التبريد من المحرك ومن غطاء اسطوالة الضاغطسة ب سالمضافات ند

جميع المنطقات سواء كانت مروحية او ترددية او من النوع الحافن Injection Type لبساطة تصميمها الميكانيكي فان عمل الحماية الها يكون ذو فاعلية وقليل الكلغة في نفس الوقت وبغض النظر عن نوع المحرك المشغل للمضفة فانه مسن العمليي اعتبار المضفة كوحدة واحدة والاتوجد خسسرورة لفتح اجزاء المضفة حتى ولو كان التحضير للحماية على اساس فترة كبيرة للتوقف عن التشغيل و افا كان الوسط الموجودة فيه المضفة يسبب التآكل فان قياسات وفحوصات الحماية لاتتفير سواء كانست فترة التوقف قصيرة (من ثلاثة الى اربعة اشهر) فترة النوق نمتد الى فترة كبيرة والاختلاف الوحيد هو في طريقة التنظيف وامده نه

أ ــ المضفات المروحية كالوصى به في عمـــل وفيما يلي البرنامج الموصى به في عمـــل الحماية للمضفات المروحية ــ النوع العمودي ــ التمتح جميع الفتحات vents ويفرغ وعاء المضخة وكذا وعـــاء مركـــز المسحوران houring housing ووعاء مركز الدوران بواسطة مذيب مناسب او مواد منظفة .

٢ ــ تفصل أماريب الاتصال وتسد blind فانجات السحب والدفع أذا كانت المنحة سحوف ترفع من مكانها وتخزن في أماكن التخزين • أماا أذا كانت المضخة تبقى في مكانها في حقل التشفيل فيجب التاكد أن صمامات السحب والدفع مظوقة تماما ومسدودة أيضا

٣ ــ مانعات تسرب الزيت الميكانيئية المفردة الذا احتوت المختخة على مانعات تسرب الزيت فيجب عمل الاتى :ــ

أ ــ تفك ضاغطات مانعات التسرب Seal gland ب ـ تفحص مانعات التسرب لتحديد مدى حلادية وجهيها لاعادة النشاهيل •

ج _ تحفظ مانعات التسرب في طبقة مـــن الشحم الخفيف

د ـ تربط بدون قوة ضاغطات مانعـات التسرب في الماكنيا ٠

عند استعمال مانعات تسرب مزدوجة
 سفرغ وعاء الحشوات ويغسل بواسطة مادة
 منظفة ـ يسد اسفل الوعاء ويملىء بشحم خفيف
 او زيـت •

ه الما بالنسبة للحشوات الاعتيادية gland يفك النساغط Conventional packing وتزال الحشوات العشوات العملي السطح الداخلي لوعاء الحشوات بواسطة شدم خفيف المعاد تركيب المحدية ويعاد ربط ضاغطات الحشوات عبر المعدنية ويعاد ربط ضاغطات المحدوات المحدولة الاشارات اللازمة لنشاشان المشوات اللازمة لنشاشان المشوات اللازمة لنشاشان

الأفقى ـ فان البرنامج السابق يصلح للحمايـة مع بعض التغيرات الطفيفة •

المضفات الماملة بالبخار يمكن حمايتها في مذه الاوعية .

بالبرنامج التالي :_ ١ ـ تفتح جميع الفتحات وتفرغ سواء من جية السائل او من جية البخار ٠

٢ _ تفصل جميع الانابيب وسمد فتحات السحب والدفع وغانجات البخار وتسد اماكسس التفريغ •

٣ _ يزال الغطاء من ناحية صمام دخول السائل ، وغطاء الصمام Cover plate من ناحية البخار Sliding valve

اسطوانة _ تملىء الاسطوانات بمانع مناسسب للصدأ - تملى، اسمارانات البخار من خلال فتصة الصمام Sliding من ناحية البخار ويحرك ببعاء الكبس الي الأمام والسي الخلف ،

م نے بیدیکرم ماتم مناب المحدا فی تعطیب جميح الصمامات وغطاءاتهما ميفسرغ مانسمم المبدأ الفائض من الاسطوانة وتسد جميع فتحسات

التفريحم 🕶

٦ ـ تعاد الدسمامات وغطاءاتها ٥

 ٧ ـ تزال جميع المشوات من الماكنو ـ ا وتغطى اوعية العشاوات والاعمدة الداخلية بواسطة سائل حماية مناسب تعساد المشسوات وتربسط بالضاغطات •

مزالــة ء

٦ ـ تسد فتحات تقريغ اوعية مراكسن ب سالمنظات الترددية Reciprocating Pumps الدوران وتملي، بالزيت وتسد جميع الفتحسات

٧ ـ تسد جميع الفتحات وتعلى، المنسخة بكاملها بزيت خفيف ، يدار ببطء عمود دوران المضفة للتأكد من أن جميع الاسطح الداخلية قد غطيست بطبقة الزيت _ نلاحظ المضخة لمدة ساعة ويعاد ملئها بالزيت اذا ظهر انخفاض لمستواه ـ يلاحظ ان الزيت المستعمل يجب أن يكون من نوع قليل اللزوجة وغير قابل للتبخر بسرعة .

٨ _ اذا وضعت المضخة في المخزن لليسحب الزيت من المضحة وتقفل الفتحات جيدا ، أما أذا بقيت المصفة في مكانها في حقل التشميل غانه في الامكان ايضا تقريفها من الزيت أذا رغب هـــــى * 415

 ه _ اذا كانت مانحات _ تسرب الزيت من الذرع المرد مان الرسط الذفيف لها قد يسمح بتسرب الزيت ولدا يجب ربطها جيدا عتى لأيحدث

١٠ _ يملف عمود المضخة الخارج بواسطة شريط بلاستيك ويجب العناية بالتغليف في منطقسة اتصال الممود بجسم المشخة ويراعي أن التغليف قد سد جميح الفتحات ٠

١١ _ تنظى جميع الاسطح الخارجة عن سطح المفيفة بواسطة صبغ مناسب او مادة مانعية الصديرة ، بالنسبة للمضخات المروحية من النوع

٨ ــ تغلف جميع الاعمدة الخارجة بواسطة شريط بالستيك .

١٠ _ تمليء اماكن التزيت بالزيت ٠

ج ـ المضخات من نوع المقدن Injection pumps

يمكن عمل الحماية للمضخات من نوع الحقن بالاستعانة بالبرنامج السابق كدليل ــ اما طرق الحماية للاجزاء المخاصة يمكن طلب المشورة لها من المختصين ــ كما يجب اعطاء عناية خاصــة لجموعة المسننات gear system في المضفة ، هــ التربينات Turbines

ان سهولة التصميم للتربينات المالية السرعة تتيح برنامج للحماية سهل وفعال وانه من غصين الضروري عمل تفكيك زائد او اتخاذ اجراء خاص وفيما يلي البرنامج المقترح لحماية التربينات الساملة بالبخار من النوع الافقي وببعض التعديلات أو الافسافات يمكن استخدام نفس البرناميج لانواع التربينات الاخرى ٠

١ - تفتح جميع منافذ التفريخ من جسم التربينة ومن اوعية مراكز الدوران

٢ ــ تسد فلنجات الدذول والخروج

س ـ تـد منافذ التفريغ لجسم التربينة
 ع ـ يملى، جسم التربينة بزيت خفيــفا
 ويفتح صمام المنظمة governer عندما تمتلى، التربينة بالزيت لجمل الزيت يدخل الى الصمام .

ه ــ تدار عجلة التربينة ببطى، حتى تتــم تغطية جميع الاجزاء ــ يترك الزيت في جســـم التربينة لمدة ثلاثين دقيقة على الاقل ٠

ح يفرغ الزيت من التربينة وتسد جميح منافذ التفريخ والمفتحات

بشملیء اوعیة مراکز الدوران بشسمم
 خفیسف •

٨ ــ تسد جميح منافذ التفريخ والفتحات في اوعية مراكز الدوران

٢ ـ وكطريقة اخرى للخطوة رقم ٧ ورقه ٨ ـ يمنع التسرب من اوعية مراكز الدوران على المود بواسطة حشوات او مادة بلاستيكية غير متصلدة و وتملى، اوعية مراكز الدوران بواسطة زيت خفيف ملنًا كاملا سوا، كان هذا الزيت مانع للتآكل ام لا ويجب الفحص الدوري المستوى الزيت وهذه الطريقة توفر الحماية للعمود ومانعات التسرب والاسطح الداخلية وتوفر عدم ملئها بواسطة الشحم و وعندما يراد تشغيل التربينة ملئها بواسطة الشحم و وعندما يراد تشغيل التربينة تزال المادة البلاستيكية المانعة للتسرب من فصوق العمود وتفرغ ثم تنسل اوعية مراكر الدوران ويعاد ملئها بالزيت المناسب للتشغيل والى المستوى المطلوب والى المستوى

governer يزال منظم الحركة المافظة المافظة المحافظة المحا

١٢ ــ تزال الحشوات من صمام المنظلم
 ويعلى، وعاء الحشوات بواسطة شحم خفيف ٠

۱۳ ــ ترش جميع الاجزاء المتحركــــة والخارجة من وعاء مركز الدوران بواسطة مــواد مناسبة مانعة للحـدا ٠

١٤ ــ يعاد وعاء المنظم م

١٥ ـ تنظف جميع الاسطح الذارجبة بواسطة فرشه سلك سواء من الصبغ او من المواد المانعة للتآكل .

١٦ ــ يغلف الجزء الخارج من عمود الدوران
 بواسطة شريط بالاستيك .

اذا كانت التربينة سوف تخزن لغنزة طويلة في مكان بارد او رطب فان التمليف الكامل للتربينة هو ماينصح به في هذه الحالة ،

المردات والمادلات المرارية

1 - ابراج التبريد

ان المعدن الاساسي المصمم به البرج هسو الذي يحدد طريقة القياسات والقصص السلازم لعمل الدماية الناء التوقف و وعيلا ان الجو المعيط اثناء التوقف يكون اقل خطورة عنه اثناء التشخيس فان وضع برنامج للمماية ليس بالامر المسير وعادة فان المحدات الميكانيكية والمنشآت المحدنيسة هي التي تتطلب بعض المناية و

وفيما يلي الطريقة المقترحة لابراج التبريد ذو السحب الميكانيكي والقاعدة الخرسانية والميثل الخشبي :ــ

١ _ تفتح وتلرغ جميع الانابيب .

٢ ــ تفرغ المياه من القاعدة وتغسل وتنظف ٣
 ٣ ــ يسد صمام التفريخ للقاعدة ٠

إ ـ تبدل الاعضاء المتآكلة او المتسوهة من الهيكل .

ه ــ تفحص اجزاء الربط والبراغي ويعاد ربعُلها جيدا ٠

برال محرك مروحة التشغيل ويعمل له الحماية اللازمة كما ذكر بالنسبة للمحددات الكبربائية •

ترال مجموعة مخفض الســـرعات
 صندوق الدشالي » كما يلي :__

أ ـ يفرغ الزيت من المخفض ويعاد ملئسة بزيت معدني عالى اللزوجة .

ب _ تنظف الاسطح الفارجية لوعـاء المخفض وتصبغ م

ج ـ تغلف الاعمدة الخارجة بواسطة شريط بالستيكي .

د ـ سفزن في مكان جاف دافي، م

٨ ــ تنظف عروجة الندايل بواسطه عرضه معدنية ومواد كيمياوية •

۱۱ ــ تئبت شرائح المروحة لمسع الدوران واضافة نقاط تحميل أو أرتكاز لها ،

في الحالات النبي لايكون من المرغوب فيها أو

من النسروري أزالة أجزاء مروحة التسخيل فينمسح ﴿ وَعَطَالُهُ Channel cover مَن

١ ـــ تشغيل المروحة على فترات كل ثلاثة او اربح اسابيح.

٢ _ تعمل لها الصيانة الوقائية العادية •

عندما تجف الاخشاب فقد تدبح ابراج التبريد مصدر الاشمال النار ، ولذا يفضل عندما يطول توقف البرج ان ترطب الاخشاب دوريا •

المبادلات الحرارية

ان الحماية المطلوبة للمبادلات الحرارية ذات الانابيب سهلة وبسيطة وفي الحقيقة همسي امتداد بسيط للصيانة الروتينية لتتنليف الانابيب والوعاء الحاوي لها • ويتبع نفس الطريقة سواء كانست ميكانيكية او كيمياوية ٠

وفيما يلي البرنامج المقترح لحماية المسادلات الحرارية الانبوبية ذات الرأس العائم سواء كانت موف تخزن أو أن تبقى في مكانها بالحقل :-

١ ــ يفرغ الوعاء والأنابيب للمبادلة

Shell Cover - الوعاء الوعاء ٢

وغطاء الرأس العائم Floating head cover وحلقة الربيط Clamp ring .

٣ _ تنظف جيدا جميع الاجزاء وتـــزال الرواسب •

٤ - ترش او تفرش جميع السطوح لفطاء الراس المائم وحلقة الربط والاسطح الداخليسمة لغطاء الوعاء بواسطة زيت خفيف .

ه ــ بزال وعاء مجرى الاتصال channel .

٦ ـ ينظف جيدا لازالة جميم الرواسب

٧ ـ تغطى الاسطح الداخلية لوعاء مجرى الاتصال وغطائه بواسطة زيت خفيف

آزال حزمة الإنابيب للمبادلة •

۸ _ تنظف حزمة الاناسب ووعاء مجرى الاتحال كما في برنامج الديانة المادية .

۱۰ ــ ترش الفتحات nozzies وداخل الوعاء Shell بزيت خفيف.

١١ _ تعطس حزمة الانابيب النظيفة في حمام زيت خفيف ولفترة ٣٠ دقيقة -

١٢ _ يعاد تجميع المبادلة الدرارية.

١٣ _ تقفل جميع الفلنجات وتند جميع فتحات التفريغ .

١٤ ـ ترش جميع البراغي الخارجية بالزيت لحمايتها .

١٥ _ تصبغ الاسطح الخارجية ،

١٦ _ للترقف القصير تنحلي الفلنجــات المربوطة بواسطة طبقة كثيفة من الاوراق المانعسة لتسرب المياه وفي حالة التوقف الطويل يكسون التمليف بالبلاستيك اكثر غاءلية ،

من المهم جدا في تنظيف المبادلات المرارية ازالة جميع املاح الامونيا والتي تزيد من تآكل النحاس الاصفر Brass والكلوريـــدات والكبرينات والتي تزيد من احتمال تكون الشقوق في الفولاذ •

وفي حالة عدم وضع حزمة الانابيب داخل

وعاء المبادلة أو عندما يكون برنامج الحماية لحزمة انابيب احتياطية فيجب عمل القياسات الاضافيـة السطح الداخلي تنظيفا جيدا -التاليــة :ــ

> ١ ـ تربط فلنجات خشبية على نهايتــي الحزمة

> ٣ _ تعطى حزمة الانابيب بواسطة اوراق مانعة لتسرب المياه او تغلف بالبلاستيك ٠

٣ _ تشد الحزمة على لوحــة Pallet مواسطة اشرطة strapping

مبردات الهواء الزعنفية Finued air cooler يجب عمل الهماية لمروحة مبردة الهسواء الزعنفية كما ذكر بالنسبة للمروحة فيأ ابراج التبريد من بند رقم ٦ الي ١١ تفتح الانابيب ونتظف جيدا ويماد غلقياء بالنسبة للانابيب العديدية يضمخ فيها زيت خفيف ثم تفرغ وتسد فتحات الدغسول والخروج _ والإسطح الفارجية ترش بمسسادة مناسبة لمنم المنداء

Storage tanks and laid hard hards while panasure vesseis

تكون شدة النآكل للخزانات والوعية الضلط عادة في كل الاجزاء ولكن بدرجات مختلفة فيحدث التآكل الجري atmospheric corrosionيّ الاسطح الخارجية ، وخطورة هذا النوع تمتمد على ظروف الرطوبة ودرجة الحرارة ونظرا لسمهولة ظبسور التآكل الخارجي فيمكن الحسول على قياسسات مقلقة وسريعة في نفس الوقت ه

في معظم المعالات لايمكن الكشف على التآتل

الداخلي الا بعد حدوث نضوح أو بعد تنظيسف

الذرانسات : ـــ

من الضروري قبل الدخول الى اي خزان من اتخاذ احتياطات مسينة وباختصار يجب ان يكون الخزان خالي من الغازات Freed of gas وعلسد وجرد كبريتيد الحديد القابل للاشتمال ذاتيا او بقية من البنزين المعامل بالرصاص فيجب اتباع تعليمات السلامة بشأن هذه المواد وعندما تصدر وشيقة certificate بان الخران اصبح خالي من الغازات والرواسب المولدة للغازات ومن المواد السامة ومعزول عن اي مصدر للمواد السامة او المولدة للمازات وأن يكون هو الغزان يحتسوي على نسبة كافية من الأوكسجين عندئذ يمكن فحص الخزان والهذ قراءات وقياسات للحماية •

كما ينصح بفحص سقف الفزان والإجهزاء العلوية من خلال فتعة مناسبة قبل الدخول السي الفزان التأكد من عدم وجيد عوارض purling سائية أو الجزاء كبيرة من القدور الطئبة أو أحدة وتنوائم غير متماسكة او اي شي، اخر يحتمل ستوطه ويسبب اضرار للشخص القائم بالفحص - ربعد أن يحبح النحزان جاهزا للعمل داخله يجب ازالسة جميع التشور وعمل الاصلاهات اللازمة كما يجب ان تجفت جميم جوانب الخزان ويمكن استعمال ساحبات الهواء لتجفيف الذزان اذا كان ذلك غمروريا ،

والبرنامع التالي يمكن استعماله لحمايةمعالم انواع

الخزانات من التلف : ــ

الرش او الفرشاة بواسطة زيت خفيف ٠

٢ _ تسد جميع فتحات الدخول بواسطة اغطية مانمة للتسرب « هشوات » م

٣ _ تنظف الاسطح الخارجية بواسطة فرشاة سلك او بالرمل او بمطرقة ازالة القشور ·

اذا كان الخزان في منطقة معرضة للرياح والعواصف ذات السرعة العالية فيجب علته بمسله اصوات غير متوقعة ٠ هيه مانع للتآكل • وكقاعدة عامة في الخزان المسحوب عن الخدمة يجب محصه سنويا ٠

اوعية الضعفط Pressure Vessels

بجب أخذ احتياطات السلامة بكل دقة قبل الدخول لفحص اوعية الضغط وتصليحها والاهتمام بها اكثر من اي نوع اخر من المدات نظرا للحيز المحدود والجو المصور في معظم اوعية الضغط ، وبشكل خاص يجب عزل الوعاء عن جميع مصادر السوائل والغازات او الابخرة ، ويجب تفريغه وتنظيفه وتطهيره purged قبل الدخول هتى يمكننا تقليل الخطورة الى الحد الادنى من الغازات السامة ونقص الاوكسجين والمظليط المتفجسرة والكيمياويات المهيجة Irritating Chemicals ويجب ارتداء الملابس الواقية للجسم والعين للحماية من اي مفاطر وقبل البدء في الفحص واخسد قراءات من داخل الخزان يجب أخبار العاملين في المنطقة المحيطة بالوعاء ان هناك رجال يعملكون بالداخل مواذا كان العمل داخل برح طويل فيجب

استعمال جهاز ارسال من خلال فتحات الدخدول ١ _ تنطى جميع الاسطح الداخلية بواسطة ويكون بالخارج شخص قادر على استلام المعلومات وتسجيلها واعطاء الاسعاف الفوري او الانقساذ في الحالات الحرجة كما يمكنه المساعدة في العمل ويجب أن تكون تجهيزات الاسعاف والانقاذ قريبة من فتحات الدخول واذا كانت هناك اعمال خارج الوعاء فيجباعلام الاشخاص الذين داخل الوعاءوذلك لحمايتهم من الخوف المفاجى، الناشي، عن سماع

بعد أن تصدر وثيقة بأن الوعاء سالم للدخول والعمل يفحص من الداخل وتعمل له التصليحات اللازمة ولليما يلي البرنامج الذي يمكن استعماله لمحظم اوعية الضخط :ـــ

٣ ـ تعطى جميع فتحات الذخول بالحشوات ٢ ـ تقفل جميم الفتحات الآخرى جيدا ٠ ٣ _ يعمل اختبار الضغط المكشف عن مناطق النسرب بواسطة غاز خامل

ع ـ تقفل فتحة دخول الغاز الخامل ويترك الوعاء مملوء بالعاز الخامل .

ه _ تنظف الاسطح الخارجيــة بواسطة فرشاة سلك أو الرمل أو مطرقة ــ تزال القشــور وتعطى بطبقة مناسبة من الصبغ .

طرق أغرى لحماية الاسطح الداخلية لاوعيلة الفسفط

٧ _ التعطية بالزيت الخقيف كما سبق ذكره في فصل الحماية الداخلية تحت بند الفطاء الزيتي، ٢ _ الليء كما سبق ذكره في الحمايــة

الدلظية تدت بند الليء

استعمل مواد من التاكل في الحالسة البخارية ذما سبق ذكره في الحماية الداخلية

: _ النجنيف كما سبق ذكره في فمل الحماية المناخلية ،

الاجهسزة الدقيقة الاجهسزة عموميات

تمل اجبرة السيطرة نسبة لاباس بها مسن راس المال في تجهيزات اي منشأة • ويعتمد السي حد تبير مقدار الدتة في الاجهزة وبالتالي مقدار التحكم في العمليات الانتاجية على مدى العنايسة والحماية والديانة الدورية نهذه الاجهزة •

ولتسن الحظ غان الشكل الهندسي وحجهم هذه الاجهزة يساعد كثيرا على عدم الحاجة السبى وضع برنامج مكلف او باهض التكاليف لحماية مثل هذه الاجهزة الرئيسية او الاجهزة الثانوية متسابه تقربيا رغم اختسلاف الأحياء المداة في مناطق عماهم الطبيعي "

ومن ماحية اخرى عان الاجهرة النانوية غالبا ماتكون بميدة عن اجواء العمل معزولة في ابنيسة خاصة وفي كل الحالات يجب التعامل مع الاجهزة الرئيسية بصورة انفرادية والما بالنسبة للاجهزة الثانوية ولكونها عتجمعة في مكان واهد فيمكن التعامل معها بصورة مجموعات كما غي الأجهزة الكهربائية في غرف السيطرة Control rooms وفي عالات التوقف لفترات طويلة قد ينصح بجمسح عالات الرئيسية والمبعرة في غرف خاصة خالية

من الرلهوبة ومحكمة التفل .

والخرض ونسم برنامج سبل وبسيط لفدو سات الحماية للاجبزة في اماكن التشغيل في حالة عدم السماح بازالة هذه الاجبزة من اماكنها يمكسن استعمال البرنامج التالي لاجهزة قياس التدفسق من النسسوع ذات الفسسخط الفرقسي The differential pressure type pneumatic

والمتي تستعمل نظام النقل الهوائي لنقل القراءات الى المسحلات المستقبلة

أ _ اجهزة قياس التدفق The flow meters المحافظ المحافظ المحافظ المحافظ المحافظ الفرقس وبين بطارية الضغط الفرقسي

٢ _ تمد توصيلات فلنجات المينة -

٣ ـ يملى، كل من غرفتي جسم الجهـاز نواسطة زيت خفيف ٠

٤ _ تبد فتعات الدغول للغرف

ه ــ تفصل خطوط الهواء من قبل وعــاء التريال البوائي جربة الستجنب من البواء كالمتحات دخول البواء

٧ ــ تــرش الاسـطح الداخليـة اوعاء التوصيل الهوائي وجديع الاجزاء الاهـرى بواسطة زيت خفيف •

٨ ــ ترش او تدهن بفرشاة الأسطح الخارجية للبطارية بواسطة غطاء زيتي للحماية •
 ٩ ــ توضع البطارية بكاملها في حقيدة بالاستيكية وتقفل حيدا بواسطة شريط بالاستيك •

ب ــ المسجلات المستبلة Receiver Recorder المسجلات المستبلة المطاء الحديدي الخطرط الداخلة للمطاء الحديدي أو جسم المسجل Sheet metal case

vents حميح الفتحات والمافذ

٣ ـ تغطى جوبع نقاط الاتحال للغطاء وجسم المسجل بواسطة شريط بالستيك .

عرضع بالداخل كيس صغير يحوي مادة
 Silica gel او اي مادة كيمياوية اخرى
 لامتصاص الرطوبة •

ه ــ تــد المنافذ بواسطة شريط بلادتيك ٠
 ٢ ــ ترش الاسطح المخارجية للغطــا،
 بواسطة زيت خفيف ٠

وكبرنامج بديل لما سبق يمكن عمل الاتي: -

٢ ــ يسخن داخل الغطاء __ ease بواسطة ضوء
 كهربائي لمنع تكون قطرات الماء ٠

٢ ـ يطرد الهواء الجوي من داخل المطـــاء
 الحديدي وذلك للحفاظ على الضغط الداخلي
 الموجب للهواء المستخدم في اجهزة القياس ٠

٣ _ يملف بالبلاستيك الوحدة ككل ٠

عندما تجمع الأجهزة الثانوية وتوضع في منشآت معزولة عن الجو فيمكن عمل الحماية لها كما نصح في فصل حماية المعدات الكهرمائية ،

الانابيب والصمامات وملحقاتها

تمثل الانابيب والصمامات وملحقاتها المشال النموذجي لذلك النوع من المعدات التي يكون فيها الحل الامثل لعمل الحماية سواء اثناء التشعيل او في فترات التوقف بالاختيار الاولي الموفق لنوع المعدن والعطاء وطريقة العزل وكثيرا مايكون

مرض الانبوب سبب في جعل برنامج الحماية غير المتحادي او غير ممكن وفي حالات عديدة تكون الانابيب معزولة او معلفة بواسطة شريط بلاستيث وذلكلحمايتها من التاكل الخارجي فيكون من الصعب فحصها وبعض النظر عن موقع الانبوب فقد يكون برنامج الحماية اثناء التوقف لفترات كبيرة مكلف وغير اقتصادي للانابيب ذات الاقطار (٢) أنج واقل من ذلك اما الانابيب الاكبر ففيما يلي البرناميج المقترح للحماية:

· Flush الانابيب بالغسل Flush ،

٢ ــ تفسل الفلنجات وتفتح الصمامات عند المناطق السفلى وذلك للسماح للتفريخ الكامــــل للانابيــب •

٣ ــ تحفف او يمر بها زيت مانع او غــير
 مانع للصدأ كما ذكر سابقا •

غ ـ تفحص الانابيب المعزولة أو المعطـاة
 وذلك برفع العطاء عن المناطق المتوقع فيها حدوث
 التآكل أو التندب •

ه _ تصلح جميع المناطق المتضررة مــن الاغطية

٧ _ تزيت جميع الصمامات ٠

٧ ــ ترش الاسطح الخارجية للصمامات
 بواسطة زيت متوسط الثقل وتشحم العجلات اليدوية
 والعمود المسنن hand wheels and valve stem

۸ ــ تربط جميع توصيلات خط الانابيب ٠
 ٩ ــ يشغل ويعاد تزييت الصمامات كل ثلاثة الشهر ٥

المدات الكهربائية Electrical equipment عموميسات :-

عموما تعتمد طريقة الحماية للمعدات الكهربائية على التصميم الميكانيكي لهذه المعدات و وكتسبرا ماتكون نقاط التلف والانهيار اكثر مهاجمة الاجزاء المتحركة ونقاط الربط والدعائم واعضاء التحميل وطريقة التنذليف والحماية الواجب اتخاذها مشابهة تماما للطرق المستعملة في حماية المعدات الميكانيكية والاوعية وسوف يكون التعامل مع المعدات كوحدة متكاملة قاعدة عامة بدلا من فك الاجزاء والتعامل مع كل جزء بطرق مطولة فيما عدا المحركسسات الكهربائية م

ولطبيعة التجهيزات للمعدات الكهربائية قدد تملى علينا الحماية في اماكن التشغيل طالما كان ذلك ممكنا سواء للمعدات التشغيلية او الاحتياطيسة وغالبا ماتكون ازالة مذه المعدات من اماكن العمل وحفظها في اهاكن بعيدة للتخزين مكلف وغير عملي وحفظها في اهاكن بعيدة للتخزين مكلف وغير عملي المدات التكورياتية المحالة

مفاراً لقرب المدركات الكهربائية من معدات تحريك ونقل المواد فغالبا ماتكون متعرضة لاجواء وحالات خاصة تحدد عمر المدرك ففي معظمه التجهيزات تكون دائما علاصقة لعناصر ضارة مثل ابخرة الاحماض وبعار الماء والاحدواء المتربسة وغبار العناصر والمواد م

وبالتأكيد غان محممي المدركات الكهربائبة قد اخذوا في نظر الاعتبار هذه الفاروف ولكسن لكون هذه الظروف متعددة ومختلفة النده غانب

من غير المكن عمل تحميمات لكل الحالات وفيما يلي البرنامج الذي ينصح به لحماية المحركات التنهربائية التي تزال من اماكن التشغيل وتوضع في منازن خاصة م

المستعمل فرشاة سلك مع مادة مذيبة مناسبة انتخليف كل الاسطح الخارجية للمحسرك واذا كان المحرك يعمل في ظروف قاسية بحيست اصبحت الاسطح الخارجية مغطاة بطبقة حسلدة من الرواسب فقد يكون من الفروري تنظيسف المحرك من الخارج بواسطة الرمل المضغوط وفي حالة اللجوء الى التنظيف بواسطة الرمل المضغوط بواسطة الرمل المضغوط بواسطة تخطيته بشريط بالاستيان او اي غطساء بواسطة تخطيته بشريط بالاستيان او اي غطساء اخر مناسب قبل التنظيف وفي حالمة الحركات اخر مناسب قبل التنظيف وفي حالمة الحركات جميع الفتوحة يجب عماية الملفات من الرمل وذلك بسد

٣ -- بفكك المعرك

عد تقبلف جس الاحرا، ماءه المانسات براسطة بحار مخلوط به مادة منظفة و تستعمل مادة مذيبة لتنظيف الملفات مثل نالت كاوريد الاثبلي ورأب كلوريد الكربون ٠٠٠ النخ و

ع ـ يطرد كل الماء الدي المسارج بقصور الأمكان •

ه ــ توضح الأجزاء المفككة للمحرك في فرن
 رنجف مرة لخرى

حسيفحس المحرك من ناحية وجود دائرة
 مخلقة shurts ويصلح اذا ازم الأمر م

ي ستخدم غطاء من ااورنيش المازل
 والذي يجف في الهواء للملفات.

آلام وتبدل اذا لزم الامر وتبدل اذا لزم الامر وتعبأ بواسطة شحم مناسب لمراكز الدوران ٩ ــ يماد تجميع المحرك ٩

بالنسبة للمحركات التي يجب حمايتها في الماكن التشغيل يمكن اتباع البرنامج التالي :١ - يفرغ الزيت من اوعية مراكز الدرران اذا كانت من هذا النوع

٢ ــ يزال غطاء لوحة التشميل.

٣ ــ يوضح مسخن مستطيل strip heater
 داخل المحرك وقريب من الملفات وبحجم مناسسب
 لحفظ درجة الحرارة داخل المحرك اعلى قليلا مسن
 درجة حرارة الجو لجعل المحرك جاف ٠

٤ ــ يعاد غطاء لوحة التشغيل .

ه ـ تملی، تماما اوعیـة مراکـز الدوران
 بالئـــدم .

٢ لـ تغطى الترب الفلنجات عند دخول العمود بوعاء مركز الدوران بواسطة شريط بلاستيك وتكمل التغطية لتغليف الجزء المتطرف من العمود ٠

٧ ــ تسد جميح الفتحات والمنافذ ·
 ٨ ــ تنظف الاسطح الخارجية بواســـفلة

فرشاة سلك وتصبغ.

٩ ـ يوصل المسخن بالقوى المتهربائية عندما يكون الجو المحيط بالمحرك في مكان التشغيل ضار ويساعد على التآكل او عندما تكون القوى الكهربائية اللازمة لتشغيل المسخن غليم متوفرة قد يتجه التفكير للتغليف الكامل بالبلاستيك او اي طريقة اخرى للحماية ٩

المحسولات

قد تحتاج المولات ذات الطاقة المتوسطة الله مايمكن من المناية لغرض الحماية اثناء فترات التوقف و ونظرا لطبيعة تصميعها وتركيبها غانها مقارئة بالمعدات الاخرى ضئيلة التلف و وغسي المادة فان احتياجات الحماية تتركز على الاسطح النارجية واماكن ربط القوى الكهربائية و والبرنامج التالي يمكن استخدامه سواء للمحولات التي سوف تتوقف لعدة شهور او لفترة طويلة :-

۱ ــ تنظف اماكن الربط للقوى الكهربائية power pushings بواسطة فرشاة سلك مــح استعمال مذيب مناسب ٠

٣ ــ تغلف هذه الاماكن بكاملها بواســطة وضعها في اكياس بلاستيك او تغطى بواسطة شريط بلاستيك او ورق مانع لتسرب المياه ٠

إ _ ينظف السطح الخارجي لخزان حفظ الزيت اذا كان مستعملا _ وينحص للتأكد مــن عدم وجود تسرب •

معنى small air dehumidifier من خالل فتحلة . يمثن هعاينها بوذعها في الاياس بالاستيك او تغلف الشفيس breather أو التهوية Ventilator بالبلاستيل أذا كان ذاك اقتصاديا ٠ ج ـ تفديل جيح السمامات وغتمــات التقريع التائد من أنها متفوله ولاتوجد بسربات • حيث التاطيف والصبغ والفحم الدوري كافيا كما ٧ ــ ننظف جمير الاسطح الخارجية وتمطى _ بصبع عناسب واذا كان المحول غير مرانسسب وموضوع كاهتياملي واهتمال ان تطول فنرة النوقك فيمكن التفكير في التغليف بالبلاستيل •

لوحات التشغيل

غالبا ماتكون لوهات التشغيل ذات الحجسم الكبير داخل كابينة مصنعة من الالواح المعضيسة -Sheat metal cabinets والتي توفر الحمايــة للاجبزة والاجزاء الكهربائية مسسن اي عامسر خارجية وفي كثير من التجهيزات الكهربائية يكـون هناك كابينه او وعاء نانوى داخل الكابينة الرئيسية او الخارجية بالإنبائة الى حماية الاجهزة المرورية واجهرة التعكم داحل الرعائين أو الكابنتين ، هذه الإنصاء الزدوجة تكرن كالهية لتوقير معطم الصعابة اللازمة والاكمال الحماية المتوغرة في التحسيم الاصلى يكار وندم مسفن مستطيادانا الكابينة المعدنية الخارجية للمحافظة على جفاف الجـــو الداخلي ثم تنظف الاسطح الخارجية وتصبغ • اذا كانت القرة الكيربائية غير متوفرة لتشفيل المسذن بمكن استعمال المجنفات الكيمياوية •

بالنسجة للوهات المتصفيل السلطيرة وازرار Relays ما الشاعل Push buttons الشاعلة

ه ـ يركب مريل لمرطوبه الهجو ذو حجــم - وفالهعات الدائرة الكهربائية Circuit breakers الخ

رتثيرا مايكون برنامج الميانة الاعتيادية من يمكن تحدين البرنامج الانفير بديث يشمل وخسح الميات سفرة من المجفنات التيمياوية في الاوعيسة · a 31:31

في المعامل التابيرة وعندما تكون معسدات المسطره الذوربائية داخل ابنية او انشاءات خاصة يمكن عمل الحماية بصورة اكثر فاعلية وذلك بالتحكم في الجو المحيط بالاجهزة وجعله خالى من الغازات والابطرة المي تسبب التآكل وكطرينة فعالسة والمتصادية يمكن استعمال وهدات التبريد وازالة الرطوبة . وكطريقة الخرى نتثيراً ما يستعمل مروحة تهوبة تراكب بمتيث تعطى ضغط موجب علظل البناء مع وضع مرشع Filter ومزيل للرداويسة عن حية الراجية المروحة عا

ان غالاية المناصل الفايل داحل ألبياء هـــو لمنح دخول البواء الخارجن وبدلك نستطيع حماية الاحيزة -

الاغران والمداخن Fired heater and stacks عدد دومت هذه الادواع من المعدات يجسب فحص الاجزاء التابلة التلف وهي في الغالب الالواخ المديدية الخارجية والمعدات الاخرى ، والداعر, لاعظاء اعصةلحمابة الحيطان المبنية بالتالبوق او القاعدة الذر بازة والواد المازلة حيث يمكن فهمها قبل

البدء باشتانيل وعمل التمليحات اللازمـــة الالذا كانت بعدل هذه الاجزاء متندرة وهناك احتمـــال منقوط او اندماف الهيكل فيجب تدايدها فورا ،

الافسران

أ ــ رؤوس الانابيب والفلاف

جميع الاجزاء المعدنية المعطاة بالصبغ يجب ان تعامل بنفس طريقة المنشآت المديدية و فتعطى المفاهل منابيب وفتحات الفددس peepholes والابواب الاضافيلة بطبقة كثيفة من الشحم لدمايتها والما الفتحات والثقوب والتي يمكن ان تتعرض للتآكل نتيجة لتسرب مياه الامطار او الرطوبة فيجب مدهسا باوراق مانعة لتسرب المياه و

ب _ الشاعل Burness

يعتمد التعلمل مع هذا النوع من المحداث الكربون Carbon dioxide indicators والمحدث التحكم للوقود Fuel Control Valves والكثر من الاخر وعلمة تغطى الاجزاء المتحركية اللهب Flame monitors تعتمد علي الخرقة من الشحم لحماية احنان البراغيين الخدمة ومدى تعقيد المجموعة الميكانيكية واماكن الخبط adjusting mechanisms والاحيزة مثل مقادس السحب بحد

ج ـ القنوات Breeching and Ducts

اذا كانت هذه المعدات مطلية بصبغ مقاوم للحرارة فيجب فحصها واعادة طلاء المناطق المتأثرة كما هو معمول به في الفحص الدوري ، اما اذا كانت القنوات غير مصبوغة فتنظف الاسطح الخارجية جيدا بواسطة فرشاة سلك من جميع المواد السائبة والمترسبة ثم ترش بمادة مانعة للصدأ ، وقلد يستدعى الامر تكرار هذه العداية بين فارة واخرى

خلال مدة التوقف • رمع ذلك غند يكون التشغيل اكثر التنساديا حيث تحترق هذه المواد عند اعدادة التشغيل •

بالنسبة للاسطح الداخلية اذا كانت غيير معزولة او مبطنة فيجب تنظيفها من اي ترسبات او مواد متدففة ويجب الملاحظة والتأكد مسن ان الاسطح الداخلية لم تمتس رطوبة اثناء فتسرة التوقيف و

اما مجموعة التشافيل operating mechanisms فيجب تغطيتها بطبقة كثيفة من الشحم لضمان اعادة متشافيلها بسهولة ويسر •

د ــ الاجهزة الدقيقة د ــ الاجهزة الدقيقة المناية بالاجهزة مثل مقاييس السحب المحبيد draft gages ومبينات ثاني اوكسيد الكربون Carbon dioxide indicators وحمامات التحكم للوقود Fuel Control Valves ومؤشرات اللهب Flame monitors تعتمد على ندوع الخدمة ومدى تعقيد المجموعة الميكانيكية المخدمة ومدى تعقيد المجموعة الميكانيكية

والاجهزة مثل مقاييس السحب يجب فعلها تماما ووضعها في كيس بالاستيك _ اما الاجهزة الاكثر تمقيدا يجب معاملتها مثلما ذكر في فصل حمالة الاجهزة.

كما يجب اعطاء عناية خاصة لصمامات قفل الوقود الاوتوماتيكية Automatic fuel shutoff ورش جميع ويمكن تحقيق ذلك بواسطة ازالة الغطاء ورش جميع الاجزاء بواسطة زيت خفيف م ثم اعادة الغطاء وبعد ذلك تعزل Scaling او تغان Cocooning

كما يجب ايضا عزل باب النحمن في اسف*ل* جسم النسرن •

هـــالاتأبيــب Tubes

يجب تنظيف جميع الانابيب جيدا من الداخل -ثم تسد رؤوس الانابيب ٠

Steel stacks الداخن المديدية

اذا لوحظ من النحص الخارجي أن النسبغ متضرر في بعض المناطق غيجب أعادة صبغها رعماء برنامج دوري للصبغ + أما بالنسبة للعناطق المحتمل تكثف بخار الماء عليها مثل خطوط اللحام والأرجل والدعائم وماثمابه ذلك فيجب صبغها حتى أذا كانت حالة المدغنة جيدة والاتحتاج إلى صبغ •

بالنسبة للسلالم من اي نوع يجب فحمسها

بعناية واعادة صبغها دوريا .

المنشآت الحديدية Structural Steel

جميع الاجزاء الحديدية مثل الاعمدة والدعائم والمرات والمسطحات رماشابه ذلك تكون معرضة للتآكيل الجري وفي اغلب الحالات لايكون الامر خطييرا ولايعتاج الى عناية خاصة ويعتمد ذلك على ظروف المناخ والجو المحيط رنظرا لان هذه الاجزاء لاتكون تحت الاشراف المستمر فلذلك يفضل حسبغها باستمرار وكاجراء روتيني عند توقفة الوحدات وتقرير ما اذا كانت الوحدات تحتاج الى برناميج وتقرير ما اذا كانت الوحدات تحتاج الى برناميج درى للصبغ وبالطبع يراعى تحضير السيطح للحبخ قبل القيام بهذه العملية ،

تعالج هذه الفعرة المسائل الرئيسية للتاكل في مصنى الدورة ـ والحلول والاجراءات التي اتخذت بسان معالجتها او التقايل من تأثيراتها وبطبيعة العنل فان هذه المشائل مرتبطة بالظروف التسغيلية المصفى من حيث طبيعة الدند المنام القادم مسن كركوك ومواصنات ونصميم المعسدات المستعملة وظروف التسغيل من حيث الضغرط ودرجسات الحرارة وكذلك مناخ وجو المصفى • كما وان بعض الحلول المعروضة تعتبر حلول وقتية لحين الاهتداء الى الحل المناسب • وقد لاتعتبر بعض المالجات معالجات منالية لعدم توفر بعض المواد الضرورية •

() ـ تآكل المنطقة العلوية من ابراج التصنية الرئيسية مع منظومة الغازات المكثفة الخارجـــة مـن اعلـــى الابــــراج (Main Calumns)

لقد لوحظ ان هذه المنطقة من الابراج - حوالي ١٠ صواني ١٥-١٢ العاوية - تعاني من التاكل الذي يحدث غاني من التاكل الذي يحدث في درجات الحرارة المنخفضة حواليي عند ١٨٠ فق ويكون بشكل حفر وتنقرات بصورة غير منتظمة وخاصة في المناطق الكائنة فوق مسند الصوائي حيث مكون التآكل سريما ٠

الاسباب :--

يعتقد أن السبب الرئيسي للتآكل في هدده المنطقة هو تكون حامض الهيدروكلوريك HCL نتيجة تفاعل أملاح الكلوريدات الموجدودة فلي النفط الخام بنسبة ٢٥٠ر٠ جزء بالليون مع بخار

الما، والماء المداب في ظروف النسمط ودرجات المدرارة للبرج ،

المسلاج :ــ

لقد عولجت هذه الحالة بعمل تبطين المرح بالواح المونيل سمك المرح ملع المرح بالواح المونيل سمك المرح ملع المحتمال مادة مانعة للتأكل من نوع Nalco 165 AC تتوم بعمل طبقة رقيقة عازلة على سطح المحدن المحدن بالمادة المحتن بنسبة ۲ جزء بالمليون في اعلى البرج وتحقن بنسبة ۲ جزء بالمليون في اعلى البرج المحادلة الحوامض المتكونة وبنسبة ۹ جزء بالمليون القريبا وامكن التحكم في معدل التآكل واعطت نتائج مرضية وكذلك تجري دراسة لتبديل حرزم نتائج مرضية وكذلك تجري دراسة لتبديل حرزم المكتفات الى معدن المونيل الذي يقاوم هذا النوع من التآكل و

📆 ــ تآكل انابيب افران التصفية

لقد حدثت عدة توقفات المطرارية من جراء النصوحات الحادثة في انابيب افران التصنية وقد لوحظ ان التآكل يكون عادة بصورة موضعية لانتجاوز مصاحتها من ١ الى ٢ انج مربع وتكون محدودة في محلات جلوس الانابيب على المساند كما ان هذه الخاصية بارزة في الصفوف الاربعة السفلي مسن أنابيب الحمال Convection .

الاستباب :-

هذا النوع من الداكل يحدث في درجسات الحرارة العليا فوق ١٥٠ ف يالاون المنطقة الدائرة مجاورة للمساند فهناك احتمال ذبير الدارن خليسة ظفانية بين نقطة المسند التي تكون اكثر حسرارة نسبيا فتصبح القطب الموجب وبين الادبوب السذي يصبح التطب السالب وكنتيجسة للتفاعسك الكهروكيمياوي يتآكل القطب الموجب ويحسدت النضوح في منطقة المسند ٠

الملاج : ــ

لقد كان منطفيا التنكير في ابطال منعسول الدائرة الكلفانية وذلك بعزل الانبرب عن المحد بعازل مناسب يتحمل درجات الحرارة المحدالية مثل الاسبستوس حنير ان تصميم الفصرن وطريقة وضع الانابيب داخل المحاند حال دون ذلك ولذا التجه التفكير في اضانة مادة تاعدية للنفطة المحاد المحاد المحاد المحاد المحاد المحاد المحاد المحاد المحاد المحدال ا

التآكل في الخزانات (

يتأثر قاع الخزان وكذلك السطح العلسوي للخزان من الداخل فتظهر في هذه المناطق المسلور السحد ويقل سمك المعدن Thinning السحى ان يظهمر النضرح •

-: Limil

هذا الدوع من التآذل يشابه التآذل الجوي من حيث ظروفه وشكله ويعتقد أن أسبابه نتيجية بخار الماء المختاط مع بخار المادة والمتكثف عليي الخزان والمياه المتكثفة في أسفل الخزان حيث أن التآكل لا يظهر في منطقة الجدار الوسطية •

العلاج :...

يمكن تنطية هذه الاماكن بمادة بالسنتيكية تمزل المياه وبخار الما: عن سطح المعدن ولسو ان هذه الطريقة غير مستعملة بعد • الا انه تم عمل تبطين Tining لبعض الخزانات في اماكن النصوح بواسطة الواح من المديد الاعتيادي اللي اصلاحات المناح المنا

التباكل في مبردات البروبان في قسم الدهون Stress Corrosion Cracking in propane Condensers in Lube plant.

لذد اوحظ نضوح انابيب بعدض المسادلات الندرارية في وحدة ازالة الاسئلت ووحدة ازالة الشمع مثل المبادلات E-403, E-206 & E-205 نتيجة ظهور تشتقات في هذه الانابيب المعنوعة من معدن admiralty brass .

الاسباب :ــ

عند دراسة هذه الظاهرة وجد أن الماء المكتف الداخل للمبادلة مع البروبان حامضي جدا 2.4 to 2.9

كما اظهر الفحص المجهري لعينات من الانابيب وجود تشتقات على حدود مجاميع البلورات Inter granular مما يرجسح تواجد الظروف المواتية لحماية التآكل الجهدي Stress ريحنتد ان وجدود الاجهادات داخل الانابيب قد يكون متبقى من ارنا، عمليات التصنيع .

المالح :ــ

ان العلاج المثالي لمثل هذه التالية هـو الستعمال حزم للمبادلات مصنوعة من سبائك خاصة ذات مقاومة عالية للتآكل مثل معدن Incoloy غير انه يجب ذكر ان استعمال مثل هذا النوع غالي الثمن ومكلف و وكعلاج لهذه الحالة فيجب استعمال مانع للتآكل Corrosion Inhibitor لمادلة الحموضة الموجودة في خط البروبان وللتآكل في درجات الحرارة العالية

القد لوحظ تآكل الجزء الاستفل من ابراج التصفية الرئيسية والتي تشتغل بدرجة حسرارة تفوق الى ١٥٠ درجة فيرنهايتية ومسافة متدارها ثلاث حسواني فوق منطقسة دخول النفط الخام المسخن ٠

ويكون التآكل في هذه المنطقة بشكل تنقدر عميت عام ومنتشر على امتداد السطح .

المسلاح الـ

ان سبب هذا النوع من الناكل هو وجسود مركبات الكبريت مع النفط الخام والعناصر الاساسية المسببة لهذا التاكل هو غاز كبريتيد الهايدروجين ومادة الماركابتين و ران النظرية الحديثة لهذا النوع مس التاكل هي انه عند تسخين النفط الخام تتحول المواد الكبريتية الى غاز كبريتيد الهايدروجين بحالة حالقة نتيجسة التجزئية بوجسود عامسيل مسساعد نتيجسة التجزئية بوجسود عامسيل مسساعد التاكل للنفط الخام بمقدار كمية غاز كبريتيسد الهايدروجين الطلبق والهايدروجين الطلبق والهايدروجين الطلبق والهايدروجين الطلبق والهايدروجين الطلبق والهايدروجين الطلبق والتعاميد التعاميد النفط الخام بمقدار كمية عاد كبريتيسد الهايدروجين الطلبق والهايدروجين الطلبق والتعاميد التعاميد التعام

Illumber :-

لقد دلت بعض البحوث بأن اضافة عندسر الكروم يقلل من كمية سرعة هذا النوع من انتاكل وعلى هذا الاساس فقد تم تبطين الجزء المناكل في الجزء السفلي من برج التجزئية الرئيسي بسبيكة تقاوم التآكل في درجات الحرارة العالية وتحتوي هذه السبيكة على عنصر الكروم بمقدار اللي ١٣٠٪ مع ٥٠٠٪ من عنصر الكروم بمقدار ومقدار ثلاثة صواني فوق منطقة دخول النفيط الخام الكاوية الى النفط الخام بنسبية (٨-٩) جزء الكاوية الى النفط الخام بنسبية (٨-٩) جزء بالمليون لمعادلة الحموضة الموجودة في النفط الخام بالمليون لمعادلة الحموضة الموجودة في النفط الخام التي تؤدي الى هذا النوع من التآكل وقد ادى الى تقليل سرعة التآكل بمقادير محسوسة و ٢٠٠٨ مينات المحموضة الموسوسة و ٢٠٠٨ المناط المناط

P.D.A. التآكل في افران الـــ P.D.A القديم أ ـــ فرن الـــ P.D.A القديم

لقد لوحظ تآكل انابيب الغرن في وحددة P.D.A. القديمة وكان التاكل على شكل اخداديد عميقة Grooving Corrosion من المطح الخارجي للإنبوب •

الاسباب :--

يعتقد ان سبب التأكل هو ازدياد نسبة الكبريت في الوقود المستخدم في الافران مما سبب تآذل خارجي على سطح الانبوب من مخلفات الوقدود كما ان الانابيب المستعملة من الحديد الاعتبادي C.S.

الملاج :ــ

لقد امكن التخلب على هذه المشكلة بتبديداً الانبوب المحلزوني Coil بسبيكة من ه/ كروم كما وقد تم تبديل الوقود من زيت الوقود الى غاز الوقود الذي يعتوي على نسبة قليلة من الكبريت ولا يترك مخافات خلى سطوح الانابيس ولينا المنابية ولينابيس ولينابين والتنابية ولينابين والتنابية ولينابين والتنابية ولينابين و

ب ــ التأكل في أنابيب آلفرن 111-00 في وحسدة الــ P.D.A. الجديدة

بعد تشغيل هذه الوحدة بنترة قصيرة حدث نضوح في اهد انابيب الفرن وكان نتيجة تآكسك داخلي من قبل مزيج من البروبان والاستفات وقد تكررت هذه الحادثة نلاث مرات مما يسدل علمي شدة التآكل في أنابيب هذا الفرن -

الاسباب :-

ان سبيكة الانابيب التي كانت تحتوي على

٥ر٢٪ كروم غير ملائمة حيث انها تعرضت لتآكل شديد من قبل المادة في الظروف التشغيلية وبعد فترة قديرة -

الملاج :ــ

تم التغلب على هذه المشكلة بنبديل جميسح الانابيب الى سبيكة اكثر مقاومة تحتوي على ٥/ كروم و ٥٠٠/ مولبدنيوم ٠

التآكل في وحدة الفرفرال

مذا النوع من التآكل يحدث في درجات المحرارة المنخفضة وتتأثر به المعدات عموما مثل المبادلات والمكنفات والانابيب والاوعية ويغلها التآكل بصورة تنقر عام ه

الأساب نس

عند اختلاط الماء المكثف من البخار بمادة الفرض ال مصبح الخليط في الحالة المائلة ذو تأثير ممان على تاكل المدات وذلك لتكون خلية كلفانية بمساعدة الاوكسجين المذاب الينسسا يحدث التاكل الميكانيكي Erosion في مناطق المنحنيات والنوزلات Nozzles .

الملاج :ــ

استخدم مانع للتآكل Octa Film Inhibitor في خط البخار الرئيسي كما استبدلت بعض الانابيب المسنوعة من السلب باخرى من السلب المساف اليه ه/ كروم و هر٠/ موليدنيوم ٠

🛪 ــ التآكل في منطقة Prefractionator في وهدة تمسين البنزين Powerformer

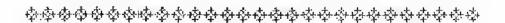
لقد لوحظ التآكل في اجهزة وحدة تحسين البنزين في منطقة Prefractionator والحاوية على مادة النفثا الثقيلة _ وكان التآكل في مناطق درجات الحرارة المنخفضة مما سبب تبطين البسرج الرئيسي وتبديل معظم الانابيب ، وكذلك تبديل وعاء المادة المكتفة O/H Drum وعاء المادة المكتفة

Henry :-

يحدث هذا النوع من التآكـــل في درجات المرارة المنخفضة نتيجة لتكثفت العناصر السببة للتآكل (عادة غان كلوريد الهابدروجين او كبريتيد

الهايدروجين) الموجود مع الابخرة الهيدروكربونية مكونا حامض الهايدروكلوريك مع بخار الماء . الملاح :ــ

استخدمت مادتين مانعة للتآكل احداهما مادة Nalco 193 التي تعادل الحموضة في النفشا والميفت بنسبة (١٠) جزء بالمليون تقريبا وذلك حسب قراءة الـ PH ما المادة الثانية فكانت Nalco 165 AC بنسبة (٥١٠٠) جزء بالليون وذلك حسب نسبة المديد في المادة الخارجة من المنظومة م هذه المادة الثانية نكون فلم واقسى داخل الانابيب والاوعية يمنع اتصال المسمدن بالنفثا ،



النمال النمال

Jedi o a o a

الفصل الثاني - اجهزة وطرق الفحص

اولا _ الفحص البصري _

ثانيا بم الفدس الطرقي •

ثالثًا - الفحص بالذبذبات فرق الصوتية ،

وارما اللفعي بانسة بحوالها م

هامسا ـ النعم بالماليل الناغذة ،

سادسا ــ الفحص المناطيسي

سابعا ـ اللدم المدوى م

ثامنا للفهم المتلف والاختبارات الميكانيكية ٠

ناسعا ــ الفحص المتلف ــ هدوده وقدراته ٠

اولا ـ الفحص البمري --

ان اول وأهم اداة في الكشف عن التآكل هي المين المجردة خاصة اذا كانت ذات خبرة طويلــــة في هذا النوع من الفحص .

ان الفحص البصري يدلنا على ما يلي:

ا ــ فيما اذا كـان الجهاز يحتــاج الى التخليف اكثر لتسهيل عملية القحص م

٢ ــ نوع العطب أو القاكل في الجهاز ، فمثالا أذا كان تأكلا موضعيا ، تعرية ، تغير في الشكلة تشقق. ٥٠ النخ ٥٠٠

٣ ــ ما هي الآجهزة والادوات المكــــن
 استعمالها لتدقيق الفحص •

الآدوات اليدوية البسيطة

وهذه الادوات تساعد الفحص البصري على تغيين مناطق التآكل :

القاشطة : عبارة عن اداة تشبه السكين
 القشط الاوساخ والطبقات المعطية للمعدن

٢ ــ مطرقة مدببة صغيرة : وهذه تستعمل لتنظيف الحفر من الاوساخ ولمعرفة عمق الحفرة بالضبط •

اعداد الهندس / بدري صالح هاسم

٣ ـ مرآة صغيرة عاكسة: توجد عدة احجام • عادة تكون المرآة موصلة بقضيب مرن ليمكسن ادخالها الى السطوح المخفية عن العين •

٤ ــ مكبرات بعدة احجام لمشاهدة التشققات السطحية والفقاعات الهوائية •

ه _ مصابيح يدوية : ان الاضاءة الجيدة ضرورية جدا لتمكين التمعن في سطح المحدن وللكشف عن التآكل في المناطق الضيقة والمخفيسة وخاصة داخل الاوعيسة والابراج التشسفيلية المظلمة ه

ثانياً: القدم المطرقي

أعداد المهندس / بدري منالح جاسم

بواسطة المطرقة التي وزنها يقارب (١٨) اونس وذات مواصفات ثابتة يمكن الكشف على الانابيب المحديدية ونستطيع تكوين فكرة تقريبية عن سمك وقوة الانبوب عند سماع صوت طلسرق الانبوب هيث ان المحديد السميك يحدث صوتا يختلف عسن المحديد الرقيق ٠

احيانا تستعمل المطرقة لمعرفة مدى تحمل المعدن حيث يطرق بشدة ويلاحظ اثر الضربسة ، فالمناطق قليلة السمك تلين تحت الضربة وتترك اثرا أسبيها بالنجمة ، اما المناطق القرية نسسلا تتأثر ويجب عدم طرق انابيب السبائك الكرومية لأن الطرق يعرضها لجمد لا يمكن التخلص دنسمه الا بالحرارة ، كذلك لانستعمل هذه الطريقة على انابيب

تفحص بالمطرقة أيضا الفومات الخارجة من الاوعية (النوزلات) والموصلات الصغيرة nipples

الفولاذ لكونها رقبته السمك عادة م

وانابيب حزم المبادلات الحرارية ،

من الصعب توضيح كيفية اجراء الفحسس المطرقي لأن هذا الفحص يعتمد على خبرة المفتش وعلى عدى تحمسه لنوع الصوت الصسادر من المعدن -

عند طرق انابيب فيها ترسبات داخلية فسان هذه الترسبات ستعطى صوتا مختلف القد تؤدي بالمفتش الى الخطأ و اضافة الى ما ورد اعلاه يجب عدم طرق الانابيب البطنة بالسيراميك والانابيب الماوية على القواعد لان الطرق يسبب ظاهرة التشمق الجهدي فيها وكذلك المادن سهلة التهشم مثل الحديد الصب و

بالرغم من تمديدات هذه الطريقة فانها تستعمل بصورة شائمة كما ذكرنا للانابيب المديدية وتعتبر طريقة سيعة يعرضية - في هالة تكون شك عست طرق منطقة ما يتب استعمال جهاز الذبذبات فوق الصوتية لقياس السمك في تلك المنطقة ه

: 1316

الفحص بالموجات فوق الصونية اعداد المهندسين : زاهر شاكر السلمان

ارشد محمد علي علي احمد مصطفى حماد

ا _ الصدوت

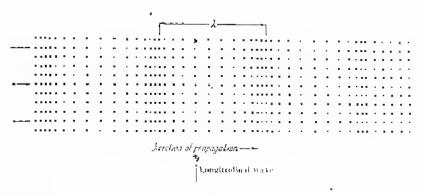
يصدر الصوت نتيجة اهتزازات ميكانيكيـــة لموسط ما ، ويعرف التردد بعدد الذبذبات المادرة عن الوسط في الثانية ويسمى احيانا Hertz ويستطيع الانسان سماع الصوت اذا كان تسردده ويستطيع الانسان سماع الصوت اذا كان تسردده

الضوئية مثل الانكسار والانعكاس • الصوئية مثل الانكسار والانعكاس •

تنتقل الموجات الصوتية سواء المسموعة ار غير المسموعة بثلاث حالات مختلفة:

أ _ موحات تصاعطية او طولية

يمكن ان تنتقل الموجات الصوتية بهذه الحالة سواء في المواد الصلبة او السائلة او الغازية اللي الامام من مصدر الصوت خلال الوسط ولكون الصوت طاقة ميكانيكية : فينتقل عن طريق مناطق تخلخل ومناطق انضغاط لجزيئات الوسلط كما بالشكل رقم (١١) •



شک*ل رقم* (۱۱) ب ـ موجات مستعرضة

ينتقل الصوت بهذه الحالة في المواد الصلبة فقط عن طريق تذبذب جزيئات الوسط الى اعلى والى اسفل عمودي على اتجاه انتقال الموجة ، كما هي الحالة في انتقال الموجات على سطح البدر كما بالشكل رقم (١٢) .

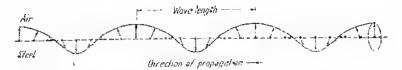
ذبذبة في الثانية ، والموجات الصوتية ذات التردد ومعروب دبذبة بالثانية او اكثر اي التي لا يمكن سلماعها تسمى بالموجات فوق الصوتية ومع تطور العلم وظهور اجهزة حديثة اصبح بالامكان ترايد موجات فوق صوتية بترددات عالية تصل اللي المدينة بالثانية ، واقصر الموجات فوق الصوتية بتطبق عليها بعض خواص الموجلت فوق

Transverse wave.

شکل رقع (۱۲) .

ه ـ موهات سطحية

بنتقل الصوت بهذه الحالة على سلطح تنعكس الى المصدر عندما تكون هناك جزيئات معدن الاجسام بعمق يساوي طول موجي واحد وتذبذب حجمها اكبر من 2 جزيئات سطح الوسط في حركة دائرية في اتجلاه والحدول ادناه بيين لنا المواد وسلسرعة انتقال الموجة كما بالشكل رقم (١٣) • الموجات الصوتية فيها :



Surface works on sheet; on the right, usefulction ellipse of a particle and sense of ratative (calculated according in $\{20\}_{*}$ ratio of $a_{N}=0.32$; \$1.

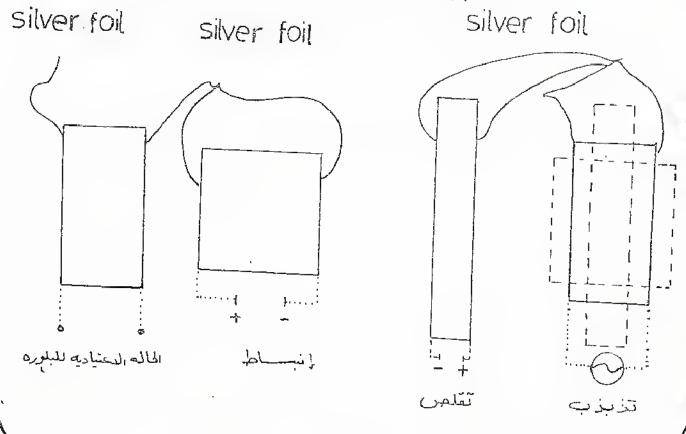
شأسة	يسسرعة ألمود	المراجيات			نتكم رقم (۱۲۰)
رمزلها	المستعرضة وي	ويرەز لھا	لتضاغطية	المدن ا	
a_{i}	CT متر/الا	متر/الثانية	\subset_i		أ سرعة الموجات ألصوتية
	477°	09 + +	_	حدثد	تنتقل الموجات الصونية خازل المواد بسسرعة
	414.	7mr *		المنيدم	تحتسب بالمادلة التألية :
	صفر	her o		الهواء	C=f.入 : ميث ان
	صفر	4831		e il, 1	م = عدد الذبذبات في الثانية
	Y • •	* 17 ÷		الرصاص	الوجة بالميليمتر $\lambda=\lambda$
	T1	£474		البراص البراص	 حسرعة الموجات الصوتية ملم/ثانية
	124.	47r.	(بيرسبكس بيرسبكس	هنا يبب ان نعلم أن الموجات فوق الصوتية

أ ـ ٣ ظاهرة البيزوالكهربائية

لقد وجدت هذه الخاصية لبعض البلورات مطح مثل بلورات الكوارنز SiO₂ وبلورات مطح روشيل وبلورات تيتانيت TiO₃ الزنسك او الرصاص ، فمند تسليط فرق جود متغير عليم هذه البلورات نجد انها تتذبذب حسب تذبذب الموجات الكهربائية المسلطة مولدة موجسات فوق صوتية وبالمكس عندما تصعلدم بها موجات صوتية تحولها الى موجات كهربائية اي انها قيادرة على تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكيسة وبالمكس ، وتذبذب البلسورة ناتسج عن تقلص وانبساط البلورة كما عو موضح بالشكل رقم (١٤)،

وكما هسو محروف في علسم الباورات Crystallography توجد محاور او انتجاهات رئيسية لتكون البلورة ، ولقد وجد بالنسسسة للبلورات التي لها خاصية البيزوالكهربائيسة ان خواص الذبذبات الصادرة عنها تتأثر باتجاء قطلح البلورة من محور الى اخر ، فمثلا لو قطعت البلورة في اتجاء محور السينات تكون الذبذبات المسادرة عبارة عن موجات تضاغطية ، اما اذا قطعت في اتجاء محور الصادرات تكون الذبذبات المسادرة عبارة عن موجات مستمرضة ، كما ان تردد الذبذبات الصادرة من البلورة بتناسب تناسبا عكسيا مع سمتها ،

PIEZO ELECTRIC EFFECT



٢ - أجهزة الفحص بالموجات فوق الصوتية

لقد تم الاستفادة من ظاهرة البيزوالكيربائية ومن خواص الموجات فوق الصوتية لتصميم اجهزة فحص لقياس سمك المعدن او الكشف عن العيوب الداخلية الناجمة انناء التصنيم او اللحام و رتنصصر الفائدة الرئيسية لاستعمال هذه الاجهزة وتفضل على اجهزة قياس السمك التقليدية كالميكروميتسر والفيرني في انه بالامكان قياس سمك اي وعاء من جهة واحدة فقط ولذا شاع استعمالها وكما يمكن اجراء الفحص اثناء اشتغال الوحدات و

7 - ١ انواع الأجهزة

أ ـ جهاز كاشف عيوب المعادن Detector يحتوي على شاشة انبوب اشعة المهبط , Detector يحتوي على شاشة انبوب اشعة المهبط , Cathode ray tube وهو مه انواع الاجهزة يمكن بواسطته تحديد عيوب اللحام بدقة اضافة الى استعماله لقياس سمك المسادن ولكرنه ثنبل الهزن وحساس حدا فتفضل الحبازة قياس متدار الناكل corrometris لقياس سسطة الانابيب والأوعية في مصافي الناط ،

ب ما اجهزة قياس عندار التآكل corrometers وتستعمل لقياس سعك المعادن فقط اما بواسطة عؤشر او بواسطة ارتام ضوئية التحم ذفرف ق

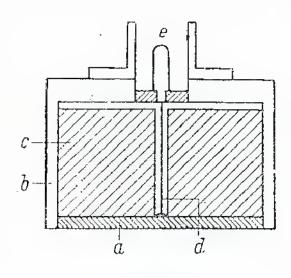
تمتاز هذه الاجهزة بكونها صغيرة المتجم خفيفسسة الوزن سهلة التشغيل وهي شائعة الاستعمال فسي قياس سمك جدران الأوعية والاناسيب في محسافي النفط -

تتفخص فكرة عمل الاجهزة فوق المسسوتية والواعها بتحويل الموجات الكهربائية التسي يرسلها الجهاز بواسطة المجس probe الى اهتزازات ميكانيكية لها نفس خواص الموجات الصوتية ولكنها ذات تردد عالي جدا ولها خاصية الانتقال خالل الاجسام الصلبة والسسائلة بخطوط مسستقيمة والانعكاس عند ارتطامها بسطح يختلف بالكثافسة عن السطح المنتقلة خلاله راجعة بنفس مسارها الى المجس probe الذي يعمل كمستقبل للموجهة والذي يحولها الى موجة كهربائية تتنقل الى الجياز والذي يحولها الى موجة كهربائية تتنقل الى الجياز وتظهر كاشارة على شاشة انبوب اشعة المهسط وتظهر كاشارة على شاشة انبوب اشعة المهسط وتظهر كاشارة على شاشة البوب اشعة المهسط

٢ - ٢ مكونات الاجهزة

او انحراف المؤشر للاجهزة الاخرى.

متكون جهاز الفحص عامة من جزئين رئيسيين مما المجس ـ وهو عبارة عن جهاز الارسال والاستقبال للموجات الصوتية ويحتوي اساسا على بلورة الكوارتز ـ والجزء الثاني هـو جسم النجهاز وهو عبارة عن جهاز الكتروني يعمل على البطارية أو الكهرباء مثبت فيه أنبوب أشعة المهبط أو مؤشر قياس السمك حسب نوع الجهاز ونظرا الكون سرعة أنتقال الموجات الصوتية داخل المعادن ممروغة غان الجهاز يقيس وقت أنتقال الوجاتات معروغة والتيهي عبارة ويحوله بمورة أوتومانيكية إلى مساغة والتيهي عبارة عن سمك المهدن ه



شکل رقسم (۱۵)

وتنقسم المجسمات الى اربعة انواع رئيسية:

Normal probes قيادية الاعتيادية المجاهات الاعتيادية

Twin probes المتوامية على Twin probes

Angle probes الزوايا دات الزوايا - ۳

ع _ المجسات ذات الزوايا التوامية Twin angle

probes والشكل رقم (١٦) يوضع هذه الانواع

٢ - ٢ - ١ الجس

بعد قطع البلورة يطلى وجهيها بواسطة مواد موصلة للكهرباء ثم توضع في غلاف معدنيي او بلاستيكي لحمايتها من المؤثرات الخارجية والشكل رقم (١٥) يوضح احد المجسسات من النوع الاعتيادي المعطى •

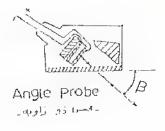
ة _ البلورة

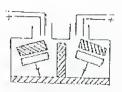
b - الملاف الخارجي لحماية المجس

c - طبقة سميكة من المطاط تعمل على امتصاص الموجات المتجهة الى الاعلى .

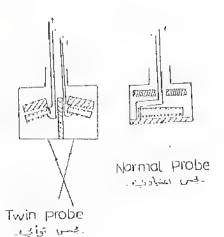
ل سلك كهربائي لتوصيل الكهرباء من المبلورة المي الجهاز .

ط اب e





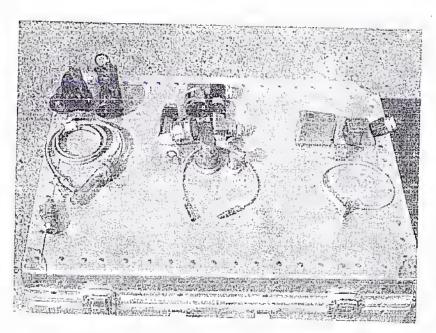
Twin Angle Probe . بيس مؤاب دو زاريه.



شكل رقم (١٦)

الصورة بعض انواع المجسات ذات الزواياوالوسط بعض انواع المجسات الاعتيادية ويسار المسورة ه أمتار في الحديد ، ويوجد منظم الكسب gain لبعض انواع المجسات المزدوجة •

والشكل رقم (١٧) يوضـــــــــ بعض انواع المعق depth range وذلك عن طريق منــــــــــم المجسات المتوفرة في شعبة التفتيش فعلى يمسين يعمل عادقين هر • الني ١٢ ميجاهرنز wide band amplifier ويمكننا من فحص مافة الى حد الذي يمكننا من اضافة طاقة تصل الى حـــد ٨٠

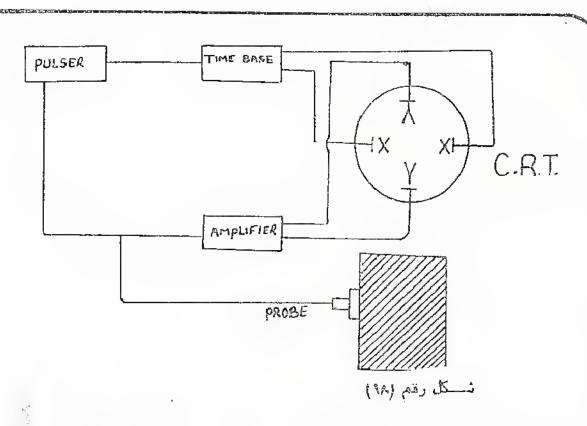


(w) (= , k)

المباز من المباز المباز

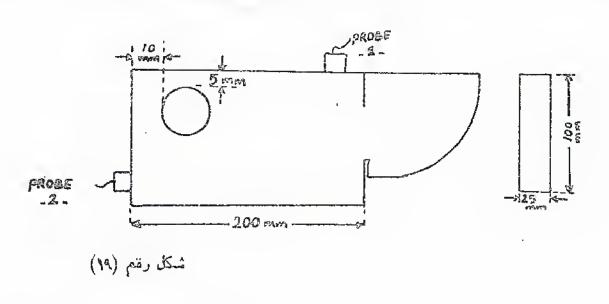
· puiser يتوم بارسال صدمات كهربائيــــة المي بلورة المجس وكذلك يحتوي الجهاز على انبوب ائسمة الهبط او مقياس لاستقبال الموجات الرتدة من عينة الفحص وكذلك منظمات القحكم في مدى

شكل وقم (١٨) يوضح مفطط لكونات الجهاز ديسبل لتوضيح الطاقة الراجعة على ثسائسة بصورة عامة ، ففي داخل الجهاز يوجد النابض انبوب اشعة المهبط اذا كانت ضمينة وكذلك يوجد منظم الالمماد ووظيفته ازالة الموجات المصوتية المتداخلة للظهور على الشاشة ، كما توجد منظمات الضبط الافقي والانحراف الزمني والانحسراف الرأسي وغير ذلك هسب نوعية الجهاز ودقته ء



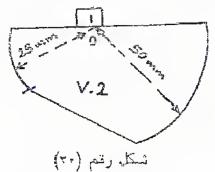
الشكل رغم (١٩) لقطمة حديدية VI Block معتمدة من قبل النظام البريطاني وهي معممسة ومسنوعة بدغة جيدة •

٢ ـ ٢ ـ ٢ ـ ٢ ـ القطع القياسية منالك قطع قياسية لتعيير المجشات والشاشة وآهمها القطعتين القياسيتين التاليتين:
٢ ـ القطمة القياسية VI Block



V2 Block ب ـ القطعة القياسية

والميزة الاساسية لهذه القطعة انها خفيف ف وصغيرة الحجم وتستعمل غالبا مع الجهاز عند فحص اللحام والشكل رقم (٢٠) يوضح قياسات هذه القطعة ،



٣ ــ عمل الاجهزة

بالامكان توضيح عمل الاجهزة بالاشسسكال التالية :

١ ـ تخرج الموجات الصوتية من المجس الى داخل المدن (شكل رقم ٢١ ـ أ)

٢ ــ ٠٠٠٠ لتنعكس من السطح الأسفل للجددار
 ١٠٠٠ (شمال ١٦٠ ــ ٢٠)

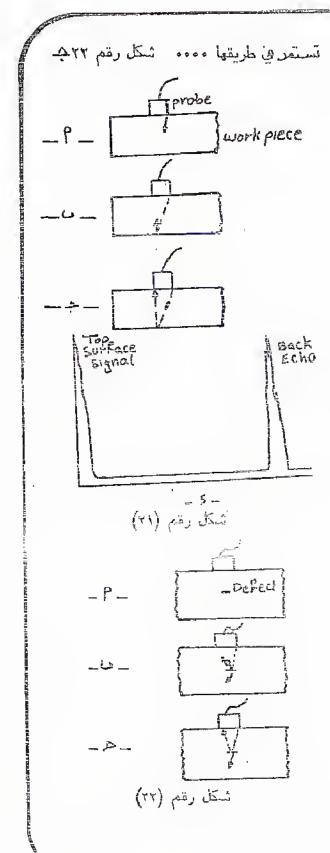
٣ _ ٥٠٠٠ (شكل رقم الي المجس ٥٠٠٠ (شكل رقم ٢١ _ ج)

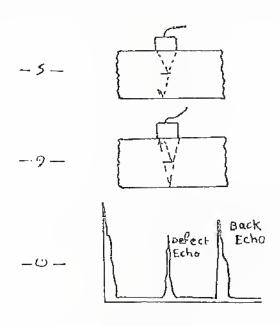
٤ - - - - و و مظهرة اشارة على شاشة . C.R.T.
 على مسافة تتناسب وسمك الجدار (شكل رقم ...
 ٢٠ - ٢٠)

ها في حالة وجود تشقق او عيب اخسر داخل المجدار عمده (شكل رقم ٢٢سأ)

٥ ــ ب مهم، بعض الموجات تنعكس من التشقق
 ٥ ــ ب مهم، (شكل رقم ٢٢ ــ ب)

ه أ ج ـ ممم راجعة الى الجس والاخرى

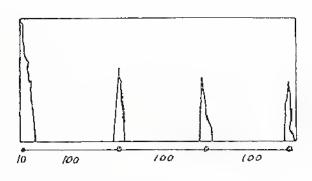




(شکل رقم ۲۲ ــ ن)

اذا اردنا ان نعير الشاشة على متياس ٣٠٠ ملم بمجس اعتيادي وجب علينا ان نضع المجس على سطح القطعة VI كما في الشكل رقم (١٩) وننظم الشاشة بحيث يظهر الرسم كما بالشكل رقم (٢) وننظم الشاشة بحيث يظهر الرسم كما بالشكل رقم (٢٣) ٠

أ - باستعمال القطعة القياسية V1



شکل رقم (۲۳)

ه ــ د •••• لتنعكس من السطح الأسفل للجدار (ئسكل رقم ٢٢ ــ د)

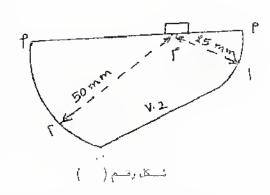
ه سـ و •••• راجعة الى المجس بعد وقت متأخر (شكل رقم ٢٢ ــ هـ)

٥ – ن – ٠٠٠٠ لتظهر أشارات على C.R.T. للجهاز ، الاشارة الاولى تعملى التشقق من السطح الاعلى اما الاشارة الاخرى فتعملى سمك الجدار .
 (شكل رقم ٢٢ – ن)

١--١ تمير الاجهزة

لغرض قياس سمك المعادن بدقة ينبغي تعيير الجهاز او شاشة انبوب اشعة المهبط القياسية على احدى القطع القياسية (تطلب القطع القياسية هم الاجهزة) كما انه لغرض الاسستعمالات غير الدقيقة بالامكان تصنيع قطع ذات ابعاد معروفة لاستخدامها لتعيير الاجهزة لاغراض قياس السمك فقط ، اما في حالة استعمال الاجهزة الكشف عن عيوب اللحام فينبغي تعييرها على القطع القياسية المزودة مع الاجهزة .

إسا تميير مقياس الشاشة



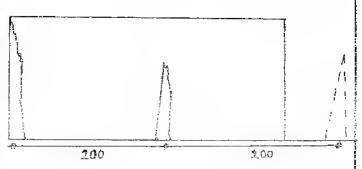
عند وضع مركز الانطلاق لمجس ذو زاويسة على مركز القطعة القياسية ٧٥ كما بالشسكل (٣٥) تنظم شاشة الجهاز بحيث تكون الاشسارة الاولى للموجة الراجعة . back wall echo على بعد ٢٥ ملم ، والثانية يجب ان تظهر على بعد ١٠٥ ملم ، والثائثة على بعد ١٧٥ ملم وهكسذا وتفسير ذلك ان الموجة الاولى قطعت المسافة من م الى النقطة (١) ذهابا وايابا وهي ٢٥ ملم امسا الاثمارات التالية فتمثل انعكاسات الموجات المتشتة من الموجة الاولى على المسطح أسا والتسي تتطع المسانة من م الى النسائة (٦) شم من م الى النسائة (٢٥) شم من م الى النسائة (١) ذهابا وايابا وهي ٢٥٥ ملم والشكل رقم (٢٦)

ملاحظة : (1)

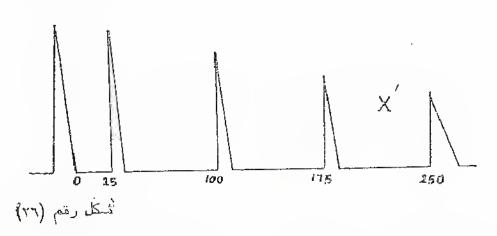
الموجة المنعكسة من النقطة (٢) لاتظهر اشارة على شاشة الجهاز حيث انوا لاتدخل السي

ولاجل التأكد بأن القياس صحيح نضيح المجس على الوضيع رقم ٢٠٠ شكل رقم (١٩) وعندها يجب أن تظهر الشاشة كما بالشكل رقيم (٢٤) •

وبنفس الطريقة يمكن تعيير الجهاز لضبط قباس الشاشة حسب الطول المراد - باستعمال القطعة القياسية ٧٤



شکل رقم (۲۱)



بلورة المجس الاختلاف رأوية السقوط مع زاوية البلورة ، ولكنها تتمكس على السطح أعام متخذة المسار من (م) الى النقطعة (١) لترجع مرة أخرى الى المجس من أتجاه عمودي على سطح البلورة فتظهر اشارتها عليسي الشاشة بمد أن نكون قطعت مسافة ٧٥ ملم أو مضاعفاتها ،

طالحظة :_ (٢)

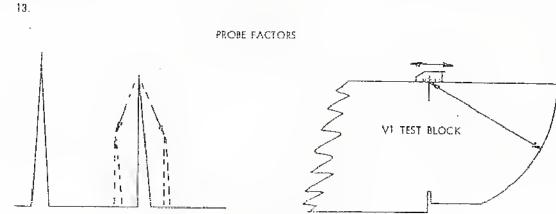
اذا عكس وضع المجس بحيث أن الوجسة المرتدة الأولى ترتد من النقطة (٢) بدلا من النقطة (١) ، فأن مظهر الاشدارات على الشائمة يكون على بعد ٥٠ ملم للاشارة الأولى ثم ١٦٥ ملم للثانية ٥٠٠ ملم ومكذا وهما تحيي نقطة انطلاق الموجات لمجس معلم غللبا ماتكون نقطة انطلاق الموجات مؤشرة

بعلامة على منتصف المجس ولكن بعرور الزمن تتغير هذه النقطة الى اليمين او اليسار قليلا ويجب تغييرها كما لايجب استعمال المجس ادا اختلفت نقطة الانطلاق باكثر من بد ٣ مام

المستعمل القطمة الطلاق لمس فو زاوية المستعمال القطمة القيامية VI

يوضع مركز المجس النقريبي او المؤشر على المجس على الملامة الموجودة على القطمة VI كما في الشكل (٣٧) ثم يحرك المجس الى اليمين واليسار ونشاهد الاشارة على شاشة الجهاز ونحاول ايجاد الوضع الذي يعطي اعلى ارتفاع للاشارة على منسد ذلك نضع علامة على المجس على أمنداد علامسة القطعة VI وتكون هذه هي نقطة الانطسلاق





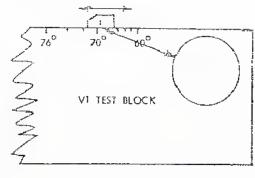
FINDING THE EMISSION (INDEX) POINT

كساك التعرف على زاوية مجس ذو زاويسة

احيانا يفقد المجس اشارة زاويته ويختلط الأمر _ لذا يجب تعيير زاوية المجس على القطمة VI كما يلي : نحاول الحصول على اكبر ارتفاع للاشارة من الزوايا المطبوعة على القطعـــة على أن يكون مسار الموجة منجه الى قطمــــة البيرسبكس في الثكل (٢٨) ــ ثم ناتراً نتيمة الزاوية بيداً من السطح أحاً ثم يعود اليه بعد انعكاســـه المعالمة العالمة الأعلاق في المجسر -

شکل رقم (۲۷)

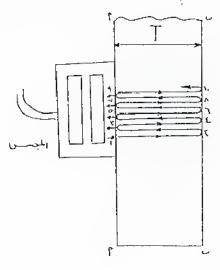
ه _ المالاقة بين المواص الفيزياوية للموجأت المونية الخارجة من المجس ومظهر الشاشة الشكل رقم (٢٩) بوضع هذه العالقية ، فالاشارة الاولى على الشاشة تعثل الموجة المرتدقيمد تطعها الممار ١-٢-٣ والاشارة الثانية تمثمل الموجة المرتدة بعد قطعها المساغة ١-٢-٣-٤-٥ مممم وهكذا اي ان الأشارة تظهر معد مسار كامل عن السطح ب ب ب أو عضاء مات هددا السار عقرا للاسكامات التي تعدث ليما على المنسح

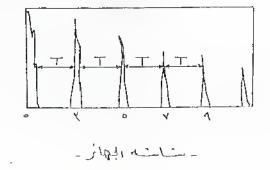


2. FINDING THE PROBE ANGLE

· ! -- !

شــــ قل رقم (۲۸)



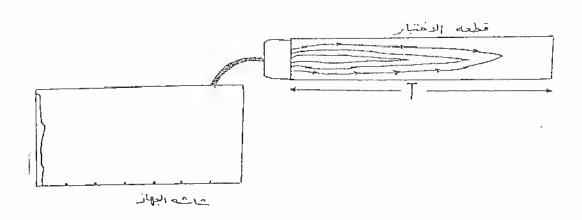


_التطعمالنياسية أو تعلق المعرب _

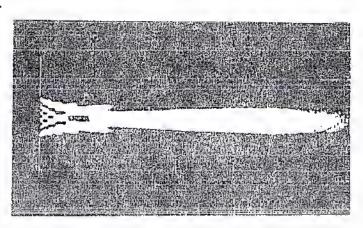
شــکل رقــم (۲۹)

4...

ومن الطبيعي اذا كان سمك قطمة الأختبار (ب ـ ب) غاننا لانلاهظ اي اشارة على ساشــة اكبر من قدرة الجهاز او بمعنى اخر تتلاشك (٣٠) المرجات الصوتية قبل وصولها ألسى السسطلح



شــكل رقم (۳۰)



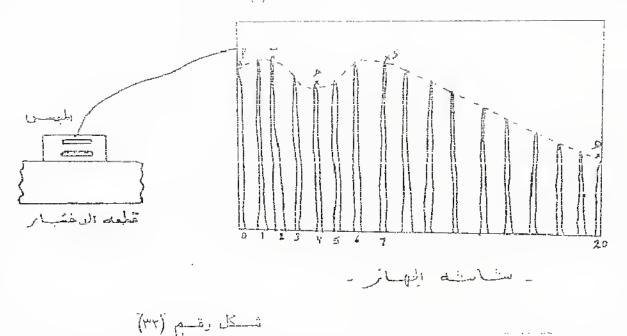
Sound field in front of an oscillator with $d(\lambda)=6.7$

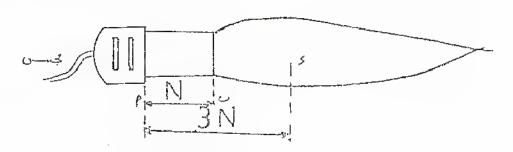
شسکل رقسم (۳۱)

هدا تلاشي الموجات الصوتية يمكن نمنيل شُتك الطاقة المادرة من مجس بإشكل رقم (٣١)

ونلاحظ في هذا الشكل ان طاقة الموجة غمير منتظمة ، فاذا اعتفانا مجموعة من الأشارات السي التماشة ولنفرض ان عددها ٢٠ اشارة وان كمسك

اشارة تمثل سمك القطعة فان رؤوس الاشسارات سوف تتخذ شكلا كما في الشكل (٣٢) (الخط المتقطم) وذلك بسبب تلاشي طاقتها وهذا التلاشي المنتظم نجده ينطبق فقط على المنطقة من النقطة (د) انسى المنتظة (م) ه





شسكل رقسم ٣٣

بينما نجد ان طاقة الموجة الداخلة في المعدن ترداد في المنطقة من النقطة (أ) الى النقطة (ب) ثم تقل تدريجيا في المنطقة من النقطة (ب) الى النقطة (ج) ومن ثم تزداد في المنطقة من النقطة (ج) السي النقطة (د) بعد ذلك تقل بصورة منتظمة في المنطقة من النقطة (د) الى النقطة (ه) مكونة خطا مستقيما تقريبا والسبب يعود هنا الى ان الموجة تكون هي الاخرى بعد خروجها من المجس موجات اخسرى تكون طاقتها اكبر من طاقة ما قبلها وعلى الاطسراف اكبر من طاقة المركز وهكذا ويمكن حساب طول هذه المدافة التي تحدث فيها هذه الموجات الثانوية حسب المعادلة التالية :

 $N = ID^2/4C$

حيث ان f = عدد الذبذبات في الثانية الخامـة بالمجس

D - قدار المجس

صرعة الموجات الصوتية في المعدن وتسمى المسافة بين (أ) الى (ب) وهي مسافة N
 بر بالحقل القريب near field) والمسافة بين نقطة (أ) الى نقطة (د) هي النقطة أو السافة أي الحقل البحيد ونقطة (د) هي النقطة أو السافة أي الحقل البحيد ونقطة (د) هي النقطة أو السافة

منسال ند

اوجد المقل القريب والحقل البعيد لمجس قطره ١٠ ملم وعدد ذبذباته ٦ مليون ذبذبة / الثانية في المديد علما بان سرعة الموجات فوق الصدوتية في الحديد هي ٢٠٠٠ متر / الثانية

 $^*I^*\times r\times rI^r$

ple 70 = _____ = N :

الحقل القريف = ٢٥ ملم الحقل البعيد = ٣×٢٥ = ٧٠ ملم

نلاهظ أن بعد الحقل القريب والبعيد يتناسب طرديا مع عدد الذبذبات وقطر المجس وعكسيا مع سرعة الموجات في المعدن •

تقاس الطاقة الصوتية بوحدة الديسبل AB :- هو وحدة لونمارتمية نستعملها لقياس الفرق بين AB خالقة اشارتين على الشاشة AB خالقة الاشارتين AB AB خالقة AB AB خالقة AB خالقة الاشارتين AB

على التوالي • فمثلا اذا كان $T = I_1 I_1$

1 = h2وان ۷ = ۲۰ لو ۲/۱ هان هيمة

= ۲ دیسبل

I = hIاما اذا كانت

Y ## h2 وان

 $\frac{1}{2} = h1/h2$ فان النسبة

V = ۲ دیسبل لذلك نجد والحدول ادناه يبين بعض النسب لــ الم 112 م

وقيمة الديسيل

4114	h1/h2	dВ	h1/h2
0	1.	0	1.00
1	1.12	—1	0.89
2	1,26	2	0.79
3	1.4	-:3-	0.71
4	1.G	·Ī	0.62
.5	1.8		0.56
i-ş	2,6		0.50
17		·	11-15
i	2.0	SI	0.40
ļ1	2.8		0.35
10	3.2	i (i	0.32

مساسات غياس معدل اضعطال الطاقة Attenuation

ان طاقة الموجة الخارجة من البلورة تضمط تدريجيا في الوسط الذي تمر فيه في تردد ممين -

يعرف الاضمحلال بانه مقدار مايلقد مسن طلقة الموجات فوق الصرتية في تردد معين ويقساس والديسال على الطول لتردد معين ، أن سلب

حيث أن h1 في h2 مما ارتفاع الأشارتين حصول الاضمحلال مو اختلاف التركيب الداخلي للجزيئات في المعادن او النسب الموجـــودة فــي السبيكة التي تكون المعدن او طريقة صنع المعدن تغييه مدد البخ

المديد المسترع من قبل معمل ما قد يختلف عن نفس النوعية من الحديد المسنوع في معمل أخر في خاصية الاضممال لذا فيمكن الاستفادة من هذه الحقيقة وذلك بقياس مقدار الاضمحلال في المعدن دوريا ورسم خط بياني ليدل على مايطرأ من تغيير في المدن ، فاذا فرضنا أن وعاء من الحديد كانت قيمة الاضمطلال فيه ١٣٢٦ ديسبل / سم بعد الصنع وبعد فقرة من الزمن اي بعد تشمليل الوعاء ازدادت قيمة الاضمطلال غيه غان ذلك يعنى أن تمييرا في التركيب الجزئي للمعدن قد حدث فاذا علمنا متدار الاضمحال السموح به لتمكنا من اتخاذ قرار بان الوعاء صالح أو غير صالح . او قد يدانا متدار الاضمدلال في المدن الى وجوب ابرا، سوست لفري طي الم الم الأهامي المجهري مئلا لنكون على بينة بما حدث في المعدن م

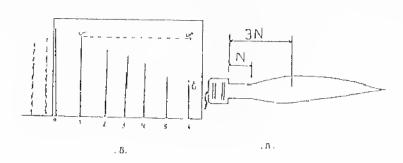
كنفية قياس الاضمطلال

عنالك عاريقتان لقياس الاضمحائل في المعادن تشرح الحمها أدناه : ــ

طريقة التأهر :- Delay

من المعلوم ان الموجة بالشكل (٣٤ أ) تصبح منتظمة بعد مسافة . ١٨٥ من مسارها لذلك وجب تياس ماتنقده طلقة الرجة في الرحلة بعد





نسك رقام ٢٤

3N وهذا يتم بسعب الاشارات الاوليــــة خارج النباشة كما في الشكل (٣٤ ــ ب) وبمندار مايساوي 3N نم ننشر ستة أشارات أو أنتر داخل النباشــة •

نجد أن الاشارة الأولى لمكل (٣٤ – أ) نتون أعلى من النانية والنانية أعلى من النالغة ومقسدًا وذلك بسبب فقدان طلقتها في المعدن •

نضع الاشارة الاولى على ارتفاع يسماوي (٤/٥) ارتفاع الشاشة الكلي اي في نقطة (س) كما في الشكل (٣٤٥-٤٠) أما الاشارة وقسم (١) عيكون ارتفاعها في النقطة (ع)

نبدأ بنضفيم الطاقة باعطاء كويات مسن الديسبل بواسطة المعام الخاص الرجود على الجهاز فنجد أن الاشارة رقم (٦) تبدأ بالارتفاع كلما ازدادت كويات الديسبل المعلماة رئيستمر بالمعلية الى أن يصل ارتفاع الاشارة رقم (٦) الى نقطة (ص) •

ملاحظــة :ــ

عند البدء باعطاء كميات الديسبل الاتبقسي الاشتاع الاشارة رقم (١) على حالتها من حيث الارتفاع

بل هي الأخرى تبدأ بالارتفاع أيضًا باتجاه مدور الصادات الى خارج الشاشة ،

عند وصول الانبارة رقم (٦) الى النقطية (ص) يحسب مقدار الديبيل المضاف ولنفرض انه يساوي ۱۱۱۵ فان مقيدار الانسيمحلال يساوي اسادى

attenuation = $\Delta dB/2NT$

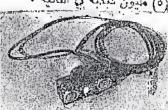
N = عدد الاشارات المرجودة في داخل الشائب .

7 = سمك المدن

Δ dB = كمية الديسبل المضافة للاشارة رقسم (٦) ارفعها من النقطة (ع) السسى (انتخلة (ص)

عند وضع المجس على سطح المدن يجسب ان يضغط بضغط عتساوي هن بداية المعلية السي نهايتها وهنالك ماسكات مخاطيسية مصمة لهذه العملية كما في النسكل (٣٥) •

مثال: _ ماهي كمية الاضمحلال في مسدن الحديد سمكه (٦٠) ملم باستعمال مجس تسردده (٥) مليون نعذبة في النائية •



شکل رقیم (۲۰)

المحلمة ند أذا غرضنا أنفا أهنظنا سنة أنسارات وأن الفرق في الديسبل المعطلة همي (٢٠) على فتكون النتيجة هي ند

الاممماث - حد ديسبل/ملم

آسات السمك وتحديد العيدوب
 في الالحواج الحديدية

المجس الاعتبادي هو المستخدم في هالات قياس السمك التي تزيد عن ٣٠ ملم ، اما بالنسبة للسمك الله من ٣٠ ملم فيستندم المجس المزهوج كما يلي :_

والمجس MSEB 6 يناسب القياس، من ١- ٥٠٠ملم المجس MSEB 6 يناسب القياس من ١- ١٠ملم وكما شرحنا سابقا هان قراءة السمك تمثلها الانسارة الاولى التي تظهر على الشائسة ودقة القراءة تمل الى حوالي ١/١ جزء من احسراء

- Zan 11 / 2007

في حالة ظهور السارة السائية بين النبضة الاساسية والاشاره الاولى او بين الانسارة الاولى والشائية ومكذا فهذا يرني وجود عيب يمكسب الموجات فوق الصواية موجود في تاك المنطقية التي تظهر بها الانسارة وإذا استمرت هذه الانسارة في الظهور عند تحريك المجس تحريكا بسيطا في في الظهور عند تحريك المجس تحريكا بسيطا في جميح الانجامات فهذا يعني أن السب له مسطح مستوي موازي تقريما لسطح المعدن وغالبا مسا

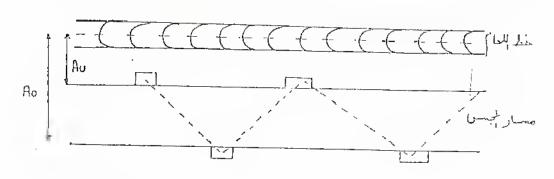
يكون ذلك هو Lamination اما اذا قلت بدرجة كبيرة او اختفت هذه الاشسارة عند تحريك المجس فهذا يعني وجود مسامية porosity او ثقب أو فقاعة غازية gas cavity او وجود اوساخ بالمحدن Slag inclusion اما في حالة بقاء هذه الاشارة بينما تختفي الإشارة الثانية Back wall

المساد هذا العيب اكبر من مقدار قطر المسسى الله المسسد هذا العيب اكبر من مقدار قطر المسسى المستخدم و لذا يجب تحريك هذا المجس في جميع الانجامات لسافات اكبر لتحديد ابماد وجسسود العيب بالمسط و

المحال سيديد عيوب اللحام

أن خصص اللحامات يجب ان يتم باستخدام مجسات زارية angle probe مع اسسستمال المقاييس GS Scales ويجب تركيب احد تلك القاييس على النائمة - والمقاييس على النائمة - والمقاييس على النائمة معرفة الميب باللحسام معسمة خصيصا لسرعة معرفة الميب باللحسام وباشرة وتتنايد ابماده و ولكل مجس ، ولكل حسافة مرغوبة وسمك لحام يبب اختيار القياس Scale المنام يبب اختيار القياس Scale

وعند جلب مجس زاوى جديد او غير مستمل غيجب التأذر من سلامته او معايرته طبقا لمتسدار الزاوية المسجلة عليه وكذلك نقطة انطلاق الموجسات الصوتية Sound exit point وذلك طبقا لما ذكر سابقا ، بعد اختيار المجس المناسب يوضع المجس ملاحسا لسطح المعدن على مسافة من اللحام بحسد



شکل رقم (۳۱)

رضع وسط التوميل المناسب (زيت ـ دهـن ـ مثلا: جلسرين) ثم تكون حركة المجس بطريقة لولبيــــة (زجراج) كما هو موضح بالشكل رقم (٢٦) ٠

> ويمكن حساب المسافات التي يجب تحسرمك المجس خلالها وهي ٨٥, ٨١ من المسادلة : قىالتا Ao = D.2 TAN B — x

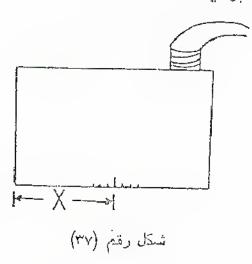
 $Au = \frac{D.2 \text{ TAN B}}{2} - x$ عيث يكون : D = سمك المدن

 B = زاوية المجس المسجلة عليه وأهيانا نجد أن قيمة 2TANB مصوبة جامزة.

ند دره للزاوية ۷۰ = هرم للزاوية م = _ر ۲ لازارية ه

× = مي المسافة بين نقطة الانطلاق على المجس ونهاية المجس شكل رهم (٣٧) .

وبتحريك المجس بطريقة لولمية وبالسسامات المحسوبة من المادلة السابقة غاذا ظهرت أشارة على الشاشة فيجب تحريك المجس قلهلا جس تدمل على اكبر قيمة لهذه الأشارة م



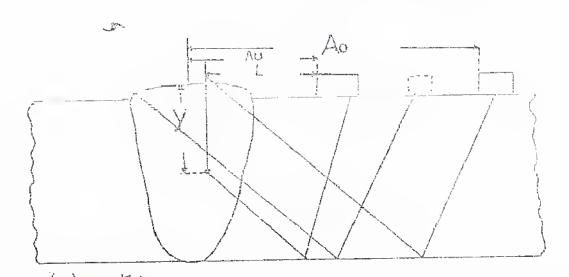
مِين هُطَ Λο ومكان العبيب وهي تمثل Y فتلـــك وفي هذه الثقالة يوجد الخط المندنسي الذي المسافة تكون عبارة عن عمق الحيب من سلط تتطبق عليه نقطة قيمة الاشارة مقارنية بالخطوط اللحام . كما هو موضح بالشكل رقم (٣٩) . المنصنية المرسومة على المقياس اما اذا كانت نتطة القيمة منعلبقة علسى احسد الخطوط

> مالليمتر تمثل قطر الميي diameter of the effect ويمكن معرفة مكان العيب فسي اللحام عبائرة من التدريع على المقياس وتقاس المسامة بين واجهة المجس والنقطة المتي يقع اسفلها الميب مالملمتر 1 واذا تطاب الأمر فمص شامل وتعديد مميق كامل لذلك يجب رسم اللحام على المتياسس باستخدام قلم Flow master أو قلم رصاص مثل مامو موضح بالشكل (۲۸) وتحديد مكسان الخطين ٨٥, ٨١١ ألمصوبين سلمنا ورسسمها هلم المقياس ،

فيكون هذا أسمل وتكون القيمة المكتوبة على الخط

وعلى الرسم يوضح ان العيب بقطر ٣ مليمتر

شمكل رقدم ٢٨



ئىكل رقم (٣٩) وعلى عمق لا من سطح اللحام ، لتحديد نوع العيب الموجود وتقسيمه بعد ظهور الاشارة على الشاشة يجب أن نحرك المجس قليلا الى الجهتين مسن خط

ويلاحظ عند رسم اللحام على المتياس أن يكون بدقة العرفة جذوره وسطحه وعدم الخلط بين الاثنين رهذه هي النقطة المهمة في الموضوع وبقياس المساغة

مراز لمحور اللحام كماه يضح بالشكل (٠٠) نم نحرك المجس ثانية في جزء من دائرة كما هو موضح بالشكل (٠٠) ثم نحرك المجس ثانية في جزء من دائرة كما هو موضح بالشكل (١٠) .

عظ المحام

نسکل رتیم (۰۰)

غفي حالة بقاء الاشارة انسي حمل عليها في حالة الحرد، في حالة الحركة المستقيمة واختفائها في حالة الحرد، الدائرية غبذا يعني ان الميب من النوع المستوى ويكون احد الانواع التالية :

Crack
ال حاست المستقادية Lack of penetration المنفذية في النفاذية المحمر المحمد المحم

له شكل دائري ، وغالبا ما يكون اهد الميسوب

التالية:

porosity کے مسلمیہ کا مسلمیہ blow holes کے سرفجرات ہوائیہ

slag inclusions 🧪 هـ محتويات خنث 🦠 slag

منط بلا)

شکل رقم (۱:)

ملاحظات: ـــ

٢ ــ اذا كان هناك غرق في سمك المعدن الملحوم اي اذا تم لحام سمك قليل مع سمك اكبر لذلسك پدب محص اللحام من جانب السمك الاقل اي نضع المجس ونحركه بطريقــة لولبية على الجانب الاقك سمكا في قطعة المعدن •

٣ _ اذا حدث انصاء بالمدن نتيجة اللحسام، فيجسب الفحص من الجانب المقمر للخارج •

رابصا:

الفحمن باستممال اشمة (X) وكأما أعداد :

كأمل جعفر الفتاي على جاسسم كاظم

اكتثاف الاشمة السينية

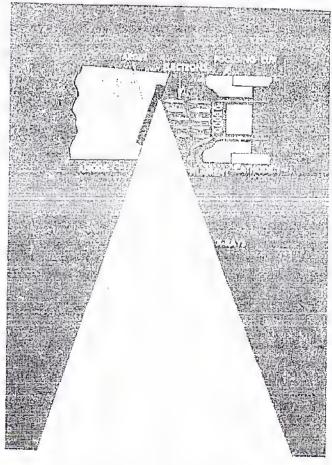
اكتئلف رونتجن Roentgen في سلمنة ١٨٩٥ المبطوCathode ray tube يحصل توميج في حاجز من سيانيد البلاتين والباريوم موضوع بالقــــرب مَنَ الأنبوب ، وقد استنتج أن سبب التوهيج مو ومعرفة نوع الخطأ ، زجاج جدران أنبوب أشمة المهبط ثم قام بتجارب اخرى وجد من خلالها أن اعتراض بعض الاجسام بين الحاجز والأنبوب يؤدي الى نقص شدة التوهمج رلكن لايقضى عليه تضاءا تاما ، فاستدل من ذاك على أن تلك الأنسعة تتصف بكونها ذأت قدرة عظيمة في الاختراق ، كما رجد أن الاشعة تادرة على التأثير في اللوح الفوتوغرافي وعلى ناين الغازات وقد الملاج على خدد الاتساط والانسمة الدينية X-Kay

> وهي تنتقل بخطوط مساتقيمة منبعثة من مصدر هسا وعي لا تقدرف عن التجاهيا عندما تمر خاال الجالات الكهرمائية والغناطيسية لذلك خهى ليست دغائسات مشمونة بالكهروائية ، وأم يفلح رونتجسن أن بعكسما أو يحرفها عن اتجامها عندما حاول ذلك ني سنة ١٨٩٩ و ارسل هاكا Haga ووند Wind عزمة من اشعة (x) خلال فتحة ضيقة عنجدا في المصول على ظاهرة الميود diffraction effect غير أن الظاهرة التي حصلا عليها كانت ضعيفة جدا

بحيث أن نتائجها لم تقبل قبرولا تاما • وقد اثبتت تجارب باركار Barkla في استقطاب الانسعة السينبة ، أن هذه الأشعة هي موجات مستعرضة مشابهة لوجات الضوء .

استعمالات الاشعة السينية

نستعمل الاشعة السينية في المجال الطبيسي والسناعي ، اما في المجال الاخير فتستعمل للكشف الاشعة السينية غشاهد حينما يشتغل انبوب اشعة عن اخطاء اللحام مثل الفطور والغجوات الهوائية والاوساخ وعندما تخترق اي انبوب او صفيحة فانها تترك اثرا على افلام خاصة وبواسطتها يمكن قراءة



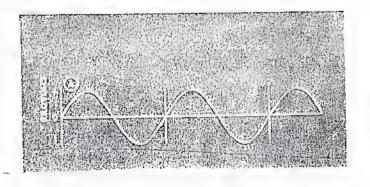
-Schematic diagram of an x-ray tube. شدکل رقسم ۲۴

الطيف الكهرومفتاطيسي

يتكون من الاشعة تحت الحمسرا، وهوق البنفسجية والضوء واشعة كاما واشعة المراديسو وأشعة (x) جميعها اجزاء لاطياف كهرومغناطيسية لكن الفرق الرئيسي بيتها هو اختلاف الطول الموجي واختلاف الطاقة لكل منها ، فالطول الموجي القصير تكونطاقته كبيرة وهذه الاشعاءات تتذبذ بكهربائيا وتسير بسرعة الضوء وتهتز اي تتحرك من الموجب اللي السالب و والطول الرجي شو المسافة بين موجة كاما واضعة (x) لها القابلية عملي كاملة و التي تمريها وتسمى بالاشعة الايونية و تأين المواد التي تمريها وتسمى بالاشعة الايونية و

يوجد فيه الفتيلة Filament موضوعان في انبوبة زجاجية مفرغة من الهواء وهي موضوعة في غلاف مهدني يقيها من الانكسار ويحيط الانبوبة مسائل زيني يعمل كمازل ومبرد في نفس الوقت و فبعد أن تسخن الفتيلة بمقدار كافي من التيار تصبح لها القابلية على اطلاق الكترونات وهذه الالكترونات تسير بسرعة كبيرة نتيجة لفرق الجهد الموجود بين القطب الموجب والسالب وتسقط على الهدف بزخم على وتتحرر الاشعة السينية و

ان الاشعة السينية لها خواص مشابهةلخواص الضوء من حيث السرعة ولكن تختلف من حيث الطول الموجى لاشعة (١٠)



مكونات جهاز الاشمة السينية وكيفية وليدها

الطيف المستمر

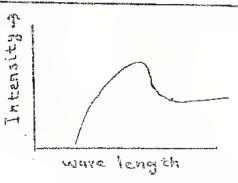
اختراقي المواد .

شکل رقیم ۴۳

ان الاشعة الخارجة من الجهاز لهسما اظوال موجية مختلفة وهذه الامواج تولد الطيف المستمر ومن (الشكل رقم ع) نلاحظ العلاقة بين الشدة والعلول الموجي والطيف المستمر .

قصير جدا وهذه الخاصية اعطت لها القابلية على

آ مصدر الاشعاع Tube Head يتكون جهاز مصدر الاشعاع من القطيب الموجب anode ويوجد فيه الهدف Target وهو عبارة عن قطمة من المعدن Tungsten مثبتة في مقدمة القطب الموجب والذي يكون بصورة مائلة والقطب الموجب والقطب الموجب والذي المحلب والذي المحلب الموجب والقطب المحلب الموجب والقطب المسلب والذي



شكل رقام ؟

۲ _ وحدة السيطرة Control Unit

والتيار والوقت ويحتوي هذا الجهاز على عدة الحامل في شدة الحزمة على السمك dx من محولات لأغراض مختلفة -

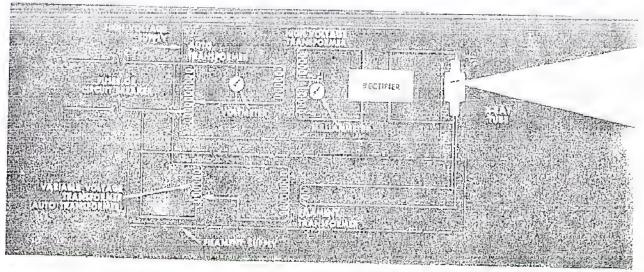
٣ ــ القابلوات

محمدر ذو دولتية ٢٢٠ أو أكثر والأهر يوصل بدين وحدة السيطرة وجهاز مصدر الاشعاع -

المتصاص الاشمة السينية

Absorption of X-Ray عندما تصر هزعة متوازية من الاشعة السننة

خازل مادة تعجج شدة العزمة الخارجة اقبل من في هذا الجهاز يمكن السيطرة عملي الفولتية شدة الدزمة الساقطة ، ويتوقف مفدار النقسسس $-\mathrm{d} I = \mu$ Idx: الدة وشدة الحزمة ا حيث يرمز الله التدار النقص في شدة الحزمة و الم العامل التناسب المسمى معامسال Absorption coefficient الامتعاص التيار الكيربائي من أي الامتعاص ومعامل الامتصاص يمثل جزء الطافة الذي يحذف من العزمية في سنتمتر واحد من المسار ولذلك يطلق عليه احيانا أسم ممامل الامتسامي الكتلي 6 3 Stall



-Principal electrical features of an x-ray machine.

نسکل رقسم (که)

ويمكن كتابة المعادلة السابقة عسلي الصورة

 التالية :

يرمز ما نشدة الابتدائية للحزمة و الشدة بعد ان تقطع الحزمة في المادة سمكا مقداره (الله الطاقة من الحزمة الساقطة هما اما بطلويقة التشتت scatter بجعل الكترونات الذرات تتذبذب الخطراريا وعند ذلك تشع الطاقة منها اللي جميع الطهات والطريقة الثانية هي ان الذرات تمتس الجهات والطريقة الثانية هي ان الذرات تمتس جزء من الطاقة ثم تشع نوعا جديدا من الاشعة السينية ريسمي هذا الاشعاع بالاشعاع الفلوريسني السينية ريسمي هذا الاشعاع بالاشعاع الفلوريسني المحيية البيات وعور ينبعيث الى جميع الجهات وعور ينبعيث الى جميع الجهات وعور ينبعيث الى

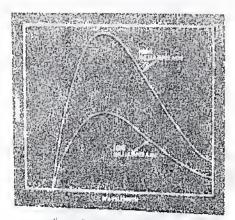
ففي هذه الحالة تمثل علم الجزء الكلي من الطاقة الذي يزيحه اسم من المادة وتمثل س جزء الطاقة الذي يشتته اسم و جزء الطاقسة الذي يتحول الى اشعة فاوريسينية في وحدة الحجوم هذه •

M= 6+7

حيث يمثل بهر معامل الامتصاص الكتلي وهو خاصة مميزة للمادة ويمثل جزء الطاقة الدي يزيجه غرام واحد من المادة من حزمة مقطعها وحدة معينة من المساحة .

« تأثير التيسار »

زيادة التيار تعطى لنا زيادة في كميــــة الالكترونات الخارجة وبالتالي زيادة كمية الاشعة المنتجة وزيادة التيار تتلل من الوقت ولاتؤثر على منلهر الصورة النهائي •



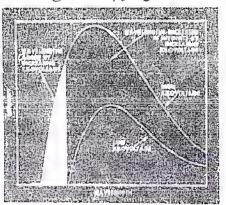
Consestillost rating the effect of a change manth arms rays to the intensity of an a ray beam. (After Unex.)

نسكل رقسم ٢٦

« تأثير الفولتية »

تاثير الفواتية حول قطبي انبوب الاشكية السيئية يزيد من سرعة الالكترونات وتكون طافتها كبيرة وبالتالي تعطي لنا حرارة عالية وتكون الاشعة النيينية الخارجة عالية جدا ، اذن زيادة الفولتية تعطي لنا زيادة في كمية الاشعة المتحررة ويكون

الطول المرجى قصير جدا ، كذلك يكون اختران المواد كبير بزيادة الغولتية فيجب عدم استعمال فولتية عالية لانها تقال من درجة اللمعان -

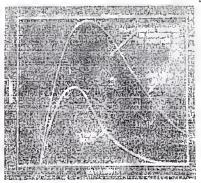


-Conves illustrating the effect of a change in hild softage for the composition and intensity of environment (Albert Utray)

Filters claudill

عبارة عن قطعة معدنية مدينوعة من النجاس او الالمنيوم او الرساس توضع في مسار الانسعة والفلم وعادة تكون غريبة من مصدر الاشسعاع -وهى تقوم باهتصاص الاشعة السينية ذات الطول الموجى الطريق وهي تقال من كميه الأسعة السي

تحلل الى أندم و



شسقل رقسم ۸۶

اهم المؤترات التي يسببها استعمال المرشح: أ ـ يزيد م الوقعت

ب ـ يقلل من درجة لمان الاغلام الشعاعية ج ـ يقلل من الاشعة المتشنتة التي تدلم الس الغلم ،

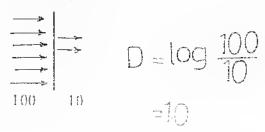
الكثافية Density

هي معدار اسوداد الفام الشعاعي ويمشن قياسها رواسطة جهاز Densitometer ومعدار

والعلاقة التالية تبين لنا كيفية الحصول على

Incident Light Intensity

D - Log10 -Transmitted Light Intensity For example



درحة اللمسان Contrast العرق بين كثافة مسلحتين متجاررتين درجـة ألتديد Definition درجة جودة الفلم النسعاعي لبيان ممالمه بصورة وانسحة

Intensity قىسىشا مقدار تنوة المصدر الشعاعي

النظائس المسمة Radio-Isotopes

يتم انتاج النظائر المشعة امسا بتعريف العناصر المسترة للنيوترونات او للدقائق المشحونة واما باستخراجها من المواد المشعة التوفرة فسي العنبيعة او من نتاجات الانشطار النوري حيمت تنقسم نواة ثقيلة الى عدد من النظائر المشعة وان النظائر المشعة غير مستقرة وتميل الى التحليل النظائر المشعة غير مستقرة وتميل الى التحليل النظائر المستقرارا والمالاقها اشعاءات كهرومغناطيسية او دغائق نووية وان عملية التحلل هذه تدعى الانحلال الاشعاءي وان عملية التحلل هذه تدعى الانحلال الاشعاءي والدغائق الواع الاشعاءي والدغائق المنطاقة من هذه النظائر تدعى اشعاءات

Half Life

نحف العمر للنظير المشع مو الوقت الدذي يستفرقه هبوط النشاط الاشعاعي الى النصف و ممثلا :ــ اذا كان لدينا (١٠ كيوري) من نظيير (ايريديوم ١٩٢) والذي يكون نصف العمرله (٢٤) يوم يصبح نشلطله (٢٤) يوم يصبح نشلطله (٢٤) يوم يصبح نشلطاله (١٤) كيوري وبعدد ٢٤

سره سنة والسيزيوم ٣٠ سنة ٠ « كيف نتواد اشعة كاما »

ان اشعة كاما تنطلق من النواة عندما تنحول من حالة متهيجة الى اخرى اكثر استقرارا ، فعند انحلال الكوبلت (٦٠) تتحول نواته من مستوى

وبالنسبة الى الكوبات ٢٠ يكون half Life له

(٥ر٢) م ١٠٠٠ (مليون الكترون فولت) الى الحالة الدنيا باطلاقها اشعتي كاما على التواليي بطاقة (١٠١٧) و (١٠٢٨) م ١٠٠٠، وتوجد طريتة ثانية لتوليد هذه الاشعة غعند اتحاد الكترون وبوزتررن وتحولهما الى اشعتي كاما طاقة كل منهما (١٥٠٠) م ١٠٠٠، تدعى عملية التحول هذه بالانحال المحادن ذات السمك العالي .

تعرض الأفلام :ـــــ

يعتمد تعرض الافلام على الشدة التي تصل الفلم والزمن ٠

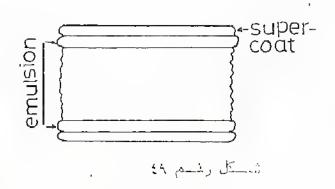
التعرض _exposure = الشدة × الزمن .

د ملي امبير × الدتيقــة (×)

= كيوري × ساعة لانسعة كامـــا .

فلمم التصوير:

يتكون من طبقة حساسة على الجانبين من عبيبات هلايد الفضة مثبته في الطبقة الجلاتينيسة emulsion



أغلام شسركة كوداك

نوع الفلم خو أحبيه

Industrex MX

Industrex A

له حبيبات دقيقة جدا ، له درجــة لمان عالية ، يستعمل بدرن او من الداهبات الرمامية عيستعمل في الفحص الصناعي للكثاف عسان

العيوب الدةيقة جدا في اللحام م

حسباته دقيقة وله درجة لمصان عالية وكذاك يستعمل مع وبكدرن الصورة ع الناجبات الرحاصيصة ربدتاج تقريباً ٢٥٪ أكثر تعرض مسلن

· Industrex C

حبيباته دةيقة وله درجة لمان عالية ويستعمل بدون او مدم الشاجبات الرصاحية ويحتعمل في تسلموي الاوحية والاتليب م

Industrex D

Industrex C

وعوين العلجيات وتباذيها وسياداها المناف سرعة فلم ال Industries و المناف

وتوجد اغلام لتركات اخرى مثل افلام شده AGFA gevaert وشركة افارم الفورد .

التعدرض :

الحبيبات الموجودة في المادة الجلاتينية ومي هازرد الفدية تمتص فوتونات اشعة (٪) وتعطي لنا نوتو الكترون وخلال تعامل الفلم من المماليل الكيميارية اي بعد وضع الظم في المظهر تتحرل الحبيبات الي اجسام معدنية سوداء والتي تكرن

طرق التعرض

توجد ثلاث طرق لتعرض القلم الشمسعاس للانسعاع وهي كها يلي : ـــ

أ سالتهرض المباشر

فوتونات اشعة (x) تمتص مباشرة براسطة اللدة الجلاتينية وتبعث فوتو الكترون • جسسيمة واحدة أو أكثر من ملايد الفضة المجسود في له درجة لمعلن عالية يستعمل من أو معمل الاشعة تتعرض للاستعام ، على أي حسال (١/١) من فرسرتات الدامة (١٠) استدل من ديا، أعده الجلاتينية والبقية تجتاز بدون تأثير •

> A. A

 $A \land A \land A \land A \land A$ $\Delta \Delta \ \Delta \ \setminus \Delta \ \Delta \Delta$

نسكل رقسم ٠٠

ع _ المنافظة على لمعان السطح الداخلـي لهـا ٠

التشويسه Unsharpness

يحدث التشويه بسبب عدم تجانس كثافة مساحتين متجاورتين ويتعلق بالعوامل التالية :ــ

۱ — التشويه الموندسي Geometric unsharpness ۲ — التشويه الداخلي Inherent unsharpness

Screen

٣ _ الحاجبات

Movements

ع _ الدركــة

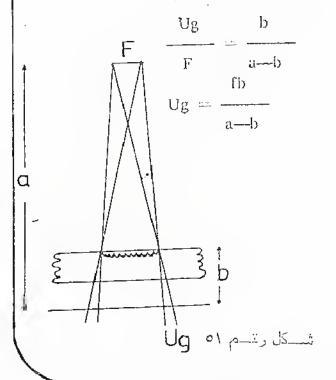
التثنوه الهندسي Geometric unsharpness Ug

a - Focus to film distance.

b — Object to film.

c - Focal spot size.

ومن تشابه المثلثات نحصل على :_



ب ـ خاجبات التكثيف الرصاصية Intensifying Screens

عبارة عن صغائح خفيفة من الرصاص عملها الرئيسي هو تكنيف الاشعة الساقطة على الفلسم وذلك لان فوتونات اشعة (عز) في هذه الحالة تمتص من قبل الطبقة الرصاصية وتكون الحاجبات متطابقة مع الفلم وتبعث هذه الطبقة فوتو الكترون والذي يخترق الطبقة الجلاتينية وتؤثر على حبيبات هلايد الفضة الموجودة فيها وهذا النوع مسن الحاجبات يقال من وقت التعرض ومن المفروض وضع الفلم بين صفيحتين من الرصاص الغنيب وللخافية يكون سمك الصفيحة الإمامية عمور الناوع ميمقدار الفولتية نفي حالة استعمال الحاجبات يتعلق بمقدار الفولتية نفي حالة استعمال (١٣٠) كيلو فولت فلا حاجة لاستعمالها أذا ازدادت الفولتية غولت فلا حاجة لاستعمالها ما أذا ازدادت الفولتية عولت فالا هاجه الستعمالها والمناهدة النولتية عولت فلا حاجة لاستعمالها والمناهدة النولتية عن ذلك فعجب استعمالها والمناهدة المناهدة النولتية عن ذلك فعجب استعمالها والمناهدة المناهدة الم

ج ـ الداجبات الملحية Salt Screens

هذه الحاجبات تكون مغطاة بطبقة من الفسفور والذي يمتص النوتونات ويولد فسلوء يكون عادة ازرق وهذا النوع من الحاجبات يقلل وقت التعرض للاشعاع والفولتية المستعملة و

المناية بالحاحبات الرصاصية : -

٢ ــ يجب تنظيف سسطح الحاجبات هـــن
 الدهون والاتربة العالقة بها ٠

٣ ـ يجب توقى خدش او كـسر الحاجبات الرصاحبية ٠

مثــال :ــ

كيفية حساب المسافة بين الفلم والعدسسة من العلاقة السابقة فلو كان لدينا معدن ســـمكه ه ملم وقطر الحزمة الشعاعية ؛ ملم ول = ٢٥٠٠٠. غسل الافلام : مع 850 مع + 50 = 850 مع الافلام : مع عسل الافلام : مع عسل الافلام : مع عسل الافلام : مع عسل الافلام : تحفظ اغلام اشعة (×) وكاما في غرفة مبردة اللي ۳۰ درجة مئوية - وان عطيات تظهير وتثبيت الافلام بجب أن تتم في غرفة مظلمة مزودة بمصباح ضوئي امين Safe Light توجد طريقتاان لغسل الافارم مي كما ياي :-

١ _ الطريقة اليدوية

في هذه الطريقة يوجد وعاء فيه مطول المظهر developer ويتكون من عدة مركبات كيميلوية رهناك انواع واشهرها مركبات كوداك (BX-81) وكوداك D-19 ومركبات شركة D-19 وطربتة اذابة كل من هذه المركبات موجودة خي ورقة داخل الطبة - يحرك المطول حتى المسبح درجة حرارته متجانسة ٠

ويوندم الفلم في هذا المطول عدم (١) دهاكي بالنصبة الى المركب الاول و(٥) دنائن بالندبة الى المركب الناني ، ويجب أن تكون درجة عرارته ٢٠ درجية مئويسة وعنسد وغسست النام يحرك لدة (١٥) ثانية الارلى ، هناك بعض المنشطات تستعمل التترية مطول التظهير السدي يضعف نتيجة الاستعمال م يرفع الفلم ويوضح في ماء محمض لمدة تتراوح بين اللي دقيقات ولمدة ، نم برخ ميرخي في اللبيت Fixer

والذي يتكون من مركبات كيمياوية اهمهـــــا ثايوسلفات الصوديوم وحامض الذليك ومركبات مسدوق والاخر على شكل سائر مركز . ويحتاج تذابير الفلم من ٣ الى ٦ دقيقة ٠

ينقل الغلم الى حوض الله الجاري ريرذع لدة (١٠) دقائق ويجب ان يكون الماء نقى وخالسى من السُوائب وينقل اخسيرا الى المجفسف الكهربائي ويترك لفترة من الزمن حتى يجف •

٢ ــ الطريقة الاوتوماتيكية

في هذه الطريقة يوضع الفلم في مكان مخصص له ويوجد في داخل الجهاز محاليل التغلهير والتثبيت وبواسطة مدحرجات Rollers تتحرك هذه الافلام وبعد اكمال عملية التجنيف تخرج مسن الجهة المتابلة وتستغرق العملية حوالي ١٠ دقائق •

مواصفات الفرفة المظلمة

١٠٠٠ ان تكون الخرفة معزملة عزلا تاما خدن الصوء م او معلقة بالرحامي او جدار مـــا شو سمك معين لمنم تسرب الانسعة المي داخلها اذا كانت قريبة من مصدر الأشعاع .

٢ ــ توفر الما، البارد والحار وتزويدها بوسائل تتمريف المياء الى الخارج •

٣ _ يجب أن أزود الغرغة بساعة يدوية •

٤ سد ترفر وسائل التهوية الجيدة وذلك للمحافظة على صحة العاملين فيها •

ه ــ يجب أن تزود بمعباح ذو لون العمـــر د Snfe Light ر الم

قانون التربيع الفكسي الفلم الشعاعي ومصدر اذا زادت المسانة بين الفلم الشعاعي ومصدر الاشعاع فان كمية الاشعاع التي تصل الى الفلم تكون تليلة فالشدة تتغير حسسب تانسون التربيح العكسي ومن المكن استعمال العارثة التالية للحصول على التعرض الجديد new exposure :

New exp = Old exp. X (New F.F.D)2

اذا كانت كثاغة الغلم (٢) عندما تعرض الفلم اللي (١٦) ملي امبير دقيقة على مساغة ٨٠٠٠ ملم فكم مقدار التعرض الجديد اذا اصبحت المساغة (١٦٠٠) ملم والحصول على نفس الكثاغة ٢

New exp. = $16 \times (\frac{1600}{800})^2 = 64$ MA. min ä_ailissi viii

لو كان لدينا فلم شعاعي له كثافة عالية او كان لدينا فلم شعاعي له كثافة عالية او قلية فمن المكن استعمال وحساب التغير في نعاية الفصل وحساب التغير في النعر في نعاية الفصل وحساب التغير في النعر في كما يلي :- والمعارفة على المعارفة على المعارفة على المعارفة على المعارفة على المعارفة الم

مثلا دمورة شعاعية استعمل غلم من نوع MX مع تعرض ٤ دقائق و١٠ ملي امبير واعطيت لنا كثافة مقدارها (٥١٥) ماهو التعليرض اللازم لاعطاء كثافة مقدارها (١٠٦) ٠

Exp. to give req. density = 4x 300 = 6 Minu لقد استطمنا الحصول على التعرض النسبي لقد استطمنا الحصول على التعرض النسبي (۳۰۰) وكان (۴۰۰)

بالنسبة لكثافة (١ر٢) و ٢٠٠٠ بالنسبة لكثافة (٥ر١) • حساسية الافسلام :

ان امكانية تعيين اخطاء اللحام او الاخطاء الناتجة من جراء صب المعادن تعتمد على الفروق النسبية بين مايمتصه الجزء الذي فيه خطأ اللى بتية اجزاء الجسم المطلوب فحصه ومثال على ذلك الفقاعة اليوائية المتكونة من جراء خطأ في عمليات اللحام فسواء ظهر ظل هذه الفقاعة على عليا الفام او لم يظهر فذلك يعتمد على الطريقة التكنيكية في التصوير المتبعة لكي يمكننا من التمييز بين مقدار الاشعة التي مرت خلال هذه النقاعة او بقية اجزاء الجسم الاخرى و

غاذا اغترضنا بان الطريقة المتبعة باستطاعتها امكانية التمييز بين شدة الاشعة بحدود (٠٠٠٠) من سامك الجسم فالفقاعة التي قطرها (٠٠٠٠) او اكثر ممكن مشاهدتها اما الفقاعة التي قطرها احمفر مسن ذلك فلايمكن مشاهدتها على الفلم ٠

ان المكانية تحديد الاخطاء في اللحام او غيرها يعتمد ايضا على شكل الخطأ وموقعه من التجاه حزمة الاشعة كما يعتمد على نوعية الاشعة المستعملة ، ويجب ان يكون لدينا دليل يوضح لنا مقدار حساسية الفلم الشعاعي كطريقة للتأكد من جودته والتأكد من الطريقة التكنيكية المتبعاة

مؤشر الحساسية .I.Q.I

توجد طريقة يمكن بواسطتها مقارنة الاخطاء ومذه العربية تتم باستعمال الوالذي

هو اختصار للت-بير Image quality indicator ومن الممكن استعمال الطرق التالية لمعرفة حساسية الافسلام .

ا _ طريقة المخطط البياني (مرفق في المؤخرة)
في هذا المخطط يمثل الخط العمودي حساسية
النام والافقدي سمك المعدن ، ويوجد ١٦ سلك ذات
اقطار مختلفه ومن تقاطع سمك المعدن مع احسد
الاسلاك الظاهرة (مع السلك اقل سمكا) وتقاطع
الاخير اغقيا مع عمود الحساسية تتمكن من معرفة
حساسية الفلم ٠

٢ _ طريقة استعمال الملاقة الرياضية

عند استاهال ١٠٩٠. من نرع عند استاهال ١٠٩٠. من نرع الذي توجيد الله Wire Type DIN 62 نيه (٧) اسلاك مونسوعة بصورة عمودية ومتوازية مع بخسما والمسافة بين كل اثنان مندما (٥) ملسسم رطول كل منها (٣٥) ملم أو (٥٠) ملم ومعدن هذه الاسلاك هو الحديد أو النجاس أو الالناموم وعند الاستعمال يجب ليتيار النوع المان سم للمادة المطلوب فحصها و

مثال على ذلك

اذا شاهدنا اربعة اسلاك وكان I.Q.I. المستعمل مع النموذج المطلوب فحصه هو محدد بسر (۱۰–۱۱) فمعناه ان السلك الاول هو رقم (۱۰) والثاني (۱۱) والثالث (۱۲) والرابع (۱۳) نستخرج قطر السلك رقم ۱۳ من الجدول السابق وهو ۲ر۰ ملم نضعه في المعادلة السابقة مع فرخس ان سمك المعدن ۱۲ ملم ٠

سمك اضعف واير ظاهر المساسية = _______ سمك المسدن

= ١٥٥٥ مع العلم أن الحداسية المفضلة يجسب أن لأتزيد عن (١)

الاشعة المتشنتة المتشنتة على الفلم الشعاعي تؤثر الاشعه المتشنتة على الفلم الشعاعي وبذلك تقال من درجة لمعان الافلام وتؤثر علي حساسيتها ويجب تقليل الاشعة المتشنتة التي تحل الفلم وذلك بواسطة الطرق التالية :ــ

أ ـ استعمال الحاجبات masking عبارة عن قطعة من الرحاص توضع خلف الفلم الشعاعي والغرض منها امتصاص الاشعة الراجعة ،

ب _ المرشحات filters توضع بدين المدسة والفلم وهي تقوم باستساس جميسي

الأنسعة ذات الطول الموجى الطويل •

ج ـ الحاجبات الرصاصية Lead screens عملها يشابه عمل المرشحات وهي نتقوم بامتصاص طريقة رقم (٣) الاشعة ذات الاطوال الموجية الطويلة وبالاضاغة الى تكثيفها للاشعة ،

تصدوير اللشام

توجد طرق كثيرة ومختلفة لتصوير مناطق اللحام وتعتمد هذه الطرق على نوعية الشمسلة المطلوب تصويرها م

فمثلاً ــــ انبوب او وعاء او برج او خزان او صفائح ملحومة ٠

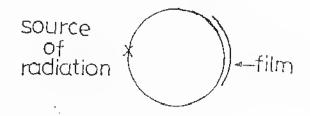
طريقة رقم (١)

يكون الفلم داخل الانبوب والجهاز في الخارج ٠ Single wall, single image technique.

يكون موضع الفلم خارج الانبوب وجهاز مصدر

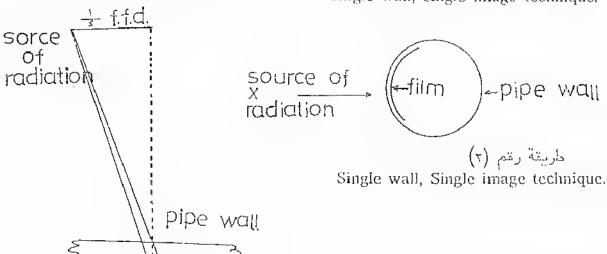
الاشعاع في الداخل .

double wall, single image technique.

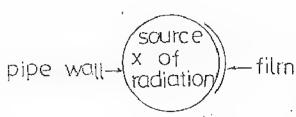


في هذه الطريقة الفلمومصدر الاشماع خسارج الانصوب

> dريقة رقم ($^{\sharp})$ double wall, double image technique.



انظم ومصدر الاشعاع في الخارج ، هذه الطريقة تستعمل للانابيب ذات الاقطار التي لاتزيد عن ٥ ٣ أنج



العيوب المتوقعة في عملية اللحام

		المتوب المومعة في عميه	
المسموح	1	المنعريف	نوع العبب
لايزيد شجمها عن ١٨٥٪ من سمك الاجدار	بقمة سوداء دائرية	فقاعة ناتجة عن غــاز محدور	۱ ــ فجرة هوائية Porosity
ننس السابق	بتح بسوداء مدورة او طويلة		Pipes انابیب ۳
لانتريد عن ٣ أنتج فمي الطول أو ١٦/١ أنسج من المرض		وجود اجسام غريبــة مدــورة داخل اللحام	۳ ـــ الخبث Slag inclusions
لايزيد عن ١ انح في الطول من التجام الذي يبلغ طوله ١٢ انج	خط اسود ندیف مــع حافة خادة	عدم انصهار قطعـــة موجودة بين اللحــام والمعدن المطلوب لحلمه	ځ ــ جــهر غير کامل
نفس السابق	خظ اسود مستمر او منقطح مرجود فسي رسط اللحام] '	ه اللحام غير النافذ Incomplete penetration
لأيقبل "لمحام الموجود غيه لمنق	خط اسرد دقیست مستنیم او مندسرف الاتجاه	انقضال المحدن نتيجـة الذسر	Cracks ـ الشقوق ٢
 أ — عمقها لايزيد عن ٢/١٠ أنج او ١٢/١ أنج من سمك المعدن ب — طولها لايزيد عن من طولها لايزيد عن من طولها الديريد عن ٢/١ أنج او ١/١ انست 	خط السود موجود ني حافة اللحام	عبارة عن المدود او قناة موجودة في السطح على طول حافة اللهام	v _ القطع السنلى Under Cut

الحماية من الاشعاع

رونتجن هي وحدة تستعمل الشهيعة كاما بسبب نأينها للماء ويعتبر المصدر الرئيسي لحياة وأشعة أكس والتي تؤثر في الهواء وهـــى تعادل الانسجة الحيـة . ١٠٠٨٦٩ جول / كيلو غرام من الدلاقة الممتحة من قبل الهواء .

RAD als

الراد يعين الطاقة المترسبة في اي وسلط والمتسببة باي نوع من الاشعاعات المؤينه .

רב---م REM

ليس من الضروري ان الجرعة المتصة تكون واحد فمثلا أن راد واحد من أشعة الفا من المكن ان تؤثر بنفس مقدار (۱۰) راد من اشعة كاما حسب العلاقة التالية:

Dose equivalent "Rem" = Absorbed dose RAD X QF Quality factor = QF

QF = 1X,84B Radiation QF = 10≪ & Fast Neutrons

QF = 3Thermal neutrons

Dosc EQ. (REM) For 8 Absorbed dose (RAD) imes QF

 $=10\times 1$ $=10, \dots, (1)$

Also For \propto Ray = 1×10 = 10....(2)

غمن ملاحظة النتيجة (١) و (٢) نلاحظ تساوي المقدارين ٠

« التأثيرات البايولوجية »

الاشماعات المؤينه تسبب نلف الانسجة وذلك

أ _ التاثيرات التي تظهر على الجسم (جرعة الانسعاع الخطرة) استلام كميات كبيرة من الاشعاع في وقت واهد يسبب المرض والموت وتظهر أعراض التعرض للاشعاع تقيأ وغثيان يتبعه تساقط الشعر ونزيف دموى ، احمرار الجلد وحمى • ومسده الاعراض تسبب الموت اذا كان التعرض تقريبك (۲۰۰) ریام ۰

ب ــ التأثيرات التي تظير على الجسم لفتــرة من المكن Long-term effects ملاحظة التأثير على الاشخاص الذين يستلمون جرعات صغيرة نسبيا لفترة طويلة من الزمن • اي التعرض المزمن ومن اهم الاضرار :ــــ

١ _ سرطان الدم ٠

٢ ــ سردلان العظام ٠

٣ _ سرطان الرئة ٠

ع ــ سرطان الغدة الدرقية ٠

مع العلم أن الأمراض السرطانية التي يسببها الاشتعاع لايمكن تمييزها عن الامراض السرطانية الاخـــرى ويمكـن أن يســتغرق ظهــور هــذه الامراض (١٠) الى (٢٠) سنة أعتمادا على مقدار

ج ـ التأثيرات الوراثية The genetic effect تؤثر على الخلايا الورائية في الانسان وتسسبب

طفرات وراثية وتظهر على شكل امراض وعاهات م الاشعاعات المؤينه نزيد من الطفرات الورائية فـــى كمية ٣ ريم لكل (١٣) أسبوع بالتتابع علـــى أن لا الاجيال القادمة ولهذا السبب يجب ان تكون اعمال يتجاوز مقدار ٥ (صــ٨) مع العلم بان ص تمثل الاشتغال في مجال الاشعاع مبرمجة ومسيطر عليها عمر الشخص ٠ سيمارة كاملة .

> الجرعات السموح بها ه ريم في السنة ٣ ريم في ١٣ السبوع ٥ر٢ ملى ريم في الساعة ملاحتليات

١ ـ لا يسمح الشخص أن يتعرض السبي ٣ ريم في ١٣ السبوع واذا حدث وان تعرف الى ٣ ريم في ١٣ السبوع فيجب أن لا يتحرض السي المثر من ٢ ربم في بقية السنة ٠

٢ ــ ٥ر٢ ملى ريم في الساعة كمية الاشماع التي يمكن أن يتعرض لها الشخص والذي يعمل لدة ـ من باعة في الاسبوع أو ـ م. اسبوع أ. السوة على إن لا منطبي وألم الكسة إلى حيات بها سنویا ء

٣ ـ في حالات خاصة يتعرض الشخص الى

٤ ـــ العاملون الذين يتعرضون الى (٣ر٠) من أعلى جرعة يطلق عليهم Classified Workers من أعلى جرعة ه ـ النساء المجات يجب أن لا يتعرفون الى اكثر من إلى الله ١٣ المبوع. ٦ _ النساء الحوامل والمرضعات يجـب أن لا يتعرضون الى اكثر من ١ر٠ ريم ٠

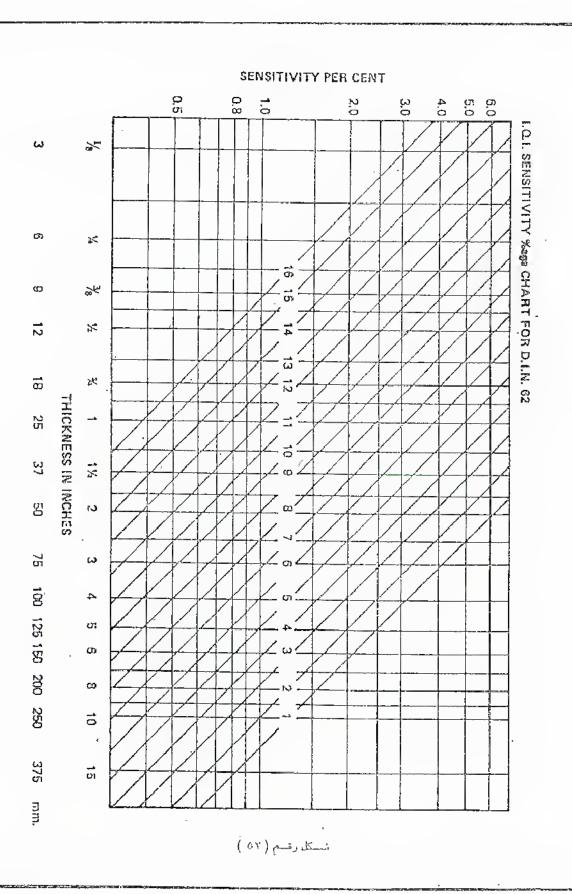
العامل الذي يشتغل في منطقة يزيد نسبة الانساع غيها عن (٥٧٥) ملى ريم لكل ساعة يجب ان تتوهر فيه الشروط التالية :

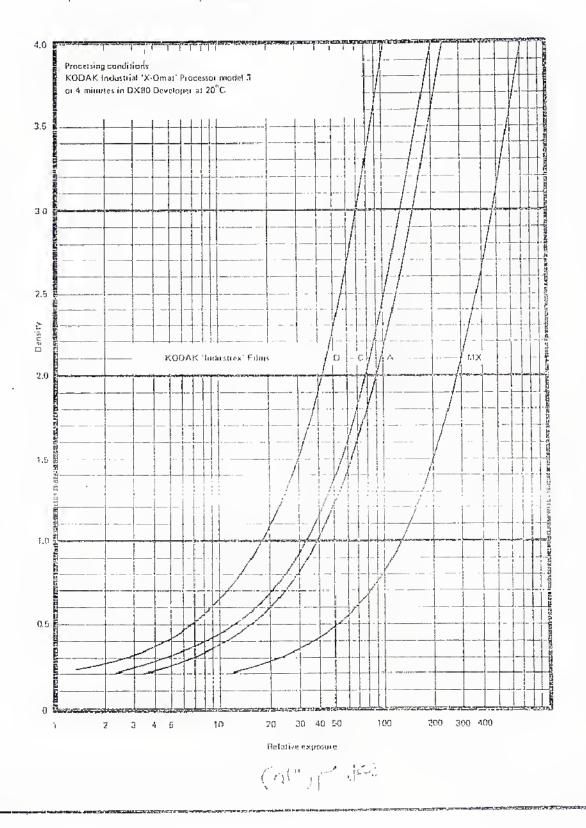
أ __ عمره اكثر من ١٨ سنة .

ب يجب ان يكون تحت الاشراف الطبسي (فتوصات دورية) ٠

ج يجب ان يخم ان يخم

د_ يجب قياس نمية الانساع التي ستلمها السحمي العامل وتدون أل سجالات





خامساً: الفحص بالسوائل النافذة العداد المهندس:

علي احمد مصطفى حماد

تعتبر اختبارات السوائل النافذة من اقدم طرق الاختبارات غير المتلفة وتعتمد اساسا على امكانيــة بعض السوائل للنفاذ خللال الشقوق والعيسوب السطحية ثم امكانية خروج السائل مرة اخسرى بعد تجفيف السطح ليظهر مكان العيب وقديما كان يستعمل النفط الابيض لامكانية نفاذه السريع خلال الشقوق ثم بعد ذلك يجفف السطح ويدهن بمسحوق الطباشير وعند ذلك يظهر مكان العيب عملي السطح نتيجة تشرب مسحوق الطباشير للنفط ووقدأنتشرت هذه الطريقة قديما خصوصا في صناعة قضبان السكك المديدية غير انها لم تكن مرضية لحد ما فدساسية الاختبار ضعيفة لاكتشاف العيوب خاصة الصغيرة منها كما أن انتشارها في الصناعات الاخرى كان محدود جدا . وفي سنة ١٩٣٠ تــم اكتثـــاف طريقة الفحص بواسطة الجزيئات او الحبيبات الممنطة وقد انتشرت هذه الطريقة بسرعة عالية نظرا لكفائتها ودقتها وحلت محل الفحص بالنفط في مجال الصناعات الحديدية ، غير أن الاحتيــــاج كان شديدا في مجال الصغاعـــات غير الحـــديدية لاستحداث طريقة بكفاءة ودقة عالية بواسطة الحبيبات المنطة ، وفي سنة ١٩٤١ استحدثت الطريقة الحديثة في الفحص بالسوائل النافذة وهي على نفس اسس الطريقة القديمة ولكنها تستعمل

المواد المضيئة مع السائل النافذ كما أستعملت أيضا السوائييل الماونية ولكين كيان الاهتمال المضائل المضائل المضائلة الاهتمال المضائلة الثانية حيث انتشرت هاده الطريقة في عدة مصانع الى ان اصبحت اليوم طريقة هامة في الفحص غير المتليف في جميع مجالات المناعة •

ومن حيث تقييمها بالنسة اطرق الفحـــم الاخرى فاننا نرى انه لا يوجد سائل معين مرضي لجميع الاغراض والاستخدامات كما سنرى فيمـا بعد •

مجــال الاســتخدام

حيث ان هذه الطريقة تعتمد على نفاذ السائل خلال السطح فانه من الطبيعي ان يكون مجال استخدامها في الكشف على العيوب السيطحية او القريبة من السطح أو متصلة بفتحة سطحية ، كما انها صالحة في المواد المتجانسة غير المسامية حيث ان المواد المسامية ينفذ خلالها السائل وتضيع معالم العيوب ، وهي صالحة في المعادن الحديدية وغيير المحديدية على السواء مثل السيراميك والزجاح والبلاستك وغير ذلك وتستعمل في الكشف علي الشقوق السطحية ، والمسامية Porosity وعدم الالتصاق والانفصال Lack of Bond والتسيرب في صناعة

الخزانات والإناسب •

اسس عملية الاختبار بواسطة السوائل النافذة :ــ

الاختبار بواسطة السوائل النافذة عمايك مِسْيِطَةً فَنِي البِدَايَةَ يُوضَعُ السَائِلُ النَّافَذُ عَلَى سَمَّحَ ﴿ يَجِبُ أَنْ تَكُونَ عَالَيَةً قَدَر الأَمْنَانُ وَ منطقة الاختبار ويترك لفترة كافية لتسرب السائل ونفاذه في العيوب السطحية • بعد ذلك يزال السائل. الزاكد عن سطح منطقة الاختبار ونم تودس مسادة السومات سواء كانت: قادرة على الامتصاص ذات لون خنيف على مسكف مسحوق فوق السطح تسمى المظور Dyveloper

هذا المظهر له قدرة على امتصادن والمراج تمايات من السائل السابق نفاذه خلال السدائح في مناطبات الميوب، وعندما يخرج السائل الناغذ التي السماج ان المجموعة الثانية من السوائل الناءذة المدار ويمتصه المظهر يبدو على السطح الماطق النساوية واسطة الطريقة التي يتم بها ازالنها عن فوق سطح ويستطيع الفاحص أن يقدر مكان رحجم العيسب منطقة الاختبار فبعض هذه الانواع يمكن أزالتهس حسب كمية وشكل السائل الخارج من الحيب •

انراع السوائل النافذة

غالبا مايستعليم أي سائل النفاد ذاذل عيسب م , مري سبان إلما إمثلين الآي مادة ماد بــــه ذات أون عفيف استعوالها كعظهر العيرب ادا عاسات فتحة العيب ذات حجم كبير تسمح بنفاد نامية مسن المائل النافذ ولكن لتحقيق الصادعة المطاوبكة في مده الطريقة لضافة خطوة زائدة عن الطرق في الاختيار يجب استعمال سائل له خاصية النعاذية الاخرى -الكيرة كما يجب أن يظهر السائل الملفذ بلرن ظاهر سواء بواسطة الضوء العادي او أن يكرن ذا لدرن السائل النافذ التي تستطيع النفاذ عاتل العيدوب ويستخدم باددي الطرق الاثية : ــ

السحامية الدقيقة وكذا نعده الرخسرج للسسسائل الخارج من العيب يجب أن نكون عالية إدرجة تبدده ايضا فان درجة التباين بين السائل الناعذ والنهب

وفي العادة تقسم السوائل النافذة المي عددة مجموعات رئيسية وأحد هذه التقديمات هي هن نرع

١ ــ الصوفات المتى تضيء عنــد تعــا ما فره معتم عليها .

٢ ـــ الصبغات التي تعطي تبابن واضح هـــي الفيوء للملدي م

بواسطة الغسل بالماء الاعتيادي والبعض الاخسر تحتاج البي أنواع خلصة من المذيبات لازالتها واخيا يرجد نوع من السوائل التي تغملف اليها مسمادة الدري تكون مستحلب يمكن ازالته بسهولة بولسطة رذاذ هاء أن على السطح بيسا يبتي السائل الناعسد داخل العبوب غير متاثر بعملية الاستمالة ، وبالحط

أنواع المظهرات :-

موجد نوعين من المظهرات أشدهما الظهر الجاف: مضي، أذا ما سلط عليه ضوء معتم أو أشعة نسوق وهو عبارة عن مسحوق ذا لون تغليف ويستعمل على بنسجية Black or ultraviolet Light وكميسة السطح الراد اختباره بعد ازانة السائل النافذ الزائد

أ - بعمس القطمة المراد اختبارها في خــــزان
 مملوء بالمسحوق •

٢ ــ بواسطة فرشاة تمرر على سطح الاختسار
 (طريقة غير مستحبة) •

٣ ـ بواسطة ذر المسحوق فوق السلطة المراد الختياره ٠

والنوع الثاني هو المظهرات الرطبة وهسي عبارة عن مساحيق عالقة في سوائل مناسبة مثل الماءأو المذيبات ، واستعمال المظهرات الرطبة ينيح التعطية السريعة لعدد كبير من القطع أو جسم معقد الشكل،

طريقة العمل

في اي طريقة من الفحص بالسوائل النافدة بعد تتخليف السطح المراد اختباره هو وضع السائل النافذ على السطح ، فاذا كانت هناك عيسوب او انفصال على السطح يبقي جزء من السائل النافذ في السيب ويجب تسرك السائل النافذ في على السطح لمدة كافية تعتمد على العوامل التالية :-

١ _ توع السائل النافذ المستعمل

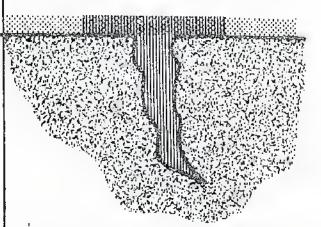
٢ _ نوع المعدن المراد همصه

٣ _ درجة الحساسية المطلوبة

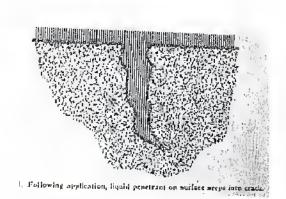
٤ ــ نوع العيوب المطلوب الخلهارها

وتتراوح هذه المدة من دقيقة كحد ادنى السى ساعة واحدة بعد ذلك تزال كمية السائل الفائض من على سطح العينة وكما ذكر سابقا فان بعض السوائل يمكن ازالتها بالماء غير انه في بعض الحالات الاخرى بجب استعمال مذيب مناسب •

والخطوة الثالثة وضع المظهر فوق السلطح وهذه المواد اللاقطة او المتشربة تسحب بعض ملن السائل المتخلل داخل الشقوق او العبوب وتنشرها فوق وعلى جانبي العبب كما بالشكل (٤٥) ويجلب انقضاء وقت مساوي تقريبا لوقت نفاذ السائل حتى تظهر الصورة •



Developer acts as a blotter to draw penetrant from crack.



نسكل رقعم (٥٥)

شبكل رضم (٤٥)

بعد ذلك يفحص السطح بالبصر لملاحظة اماكن التباين بين السائل النافذ الممتص بواسطة المظهر وبين السطح العام المعطى بالمظهر • وفي حالــــة استعمال سائل نافذ يحتوي على حبغات يكفيى الملاهظة بواسطة البصر في الضوء الاعتيادي اما اذا كان السائل يحتوي على مواد مشفورية فيجسب أستعمال ضيوء معتيم Black Light قريب من الاشعة فوق البنفسجية بطـــول مرجى ٣١٥٠ أنجستروم ومن المهم أمكان القددرة على ملاحظة الكميات الضئيلة من السائل النافدة والتي تعنى وجود عيب وعلى ذلك فان نجاح اختبار الفحدن بالدوائل النافذة ومدى تحقيقها للغدرض المطلوب يعتمد على مهارة الشخص القائم بعملية الفحص ومدى اهتمامه بتنظيف السطح قبسل استخدام السائل واهتمامه بكل عملية انناء الاختبار ودقة ملاحظته والاشارات على السطح وتقديدر نوع وهجم السب

أثنواعد الرئيسية في المحمر بالسوائل الداخلة المعروب حتسى السائل داخل العيوب حتسى يعطي اشارة عن مكان العيب وعليه فمن الضروري ان تكون العيوب نظيفة وخالية من أي مواد غريبة حتى يستطيع السائل التخلل داخل العيب ، ومن المسم ايضا اعطاء فترة كافية من الزمن تسمح السائل العيوب ،

٢ ــ اذا تم غسل السائل النافذ من داخسا
 العيوب فاننا لانستطيع الحصول على نتيجة • وعليه
 غمند ازالة السائل النافذ الزائد من فوق سسطح

السينة فيناك احتمال ازالته ايضا من داخل العيدوب من ذلك نرى ان السوائل النافذة التي يمكن ازالتها بالماء قد لاتعطى نتيجة مرضية حيث غالبا ما يغسل السائل النافذ خلال العيوب السطحية الدقيقة اثناء عملية غسل السطح في حين نرى ان السوائل التي لاتغسل بالماء تعطي نتائج جيدة لان عملية الغسل نتم معد اضافة مادة على سطح العينة تجعل السائل النافذ في صورة مستطب وفي حين ان المستطب المتكون من السهل ازالته بالماء يكون السائل النافذ خلال العيوب الدقيقة غير متأثر في الغالب بعمليبة خلال العيوب الدقيقة غير متأثر في الغالب بعمليبة الاستحلاب وتكون عملية ازالته اكثر صعوبة ،

اما في حالة استعمال الصبغات الملونة كسائل ناغذ فيجب اتخاذ الحذر في عملية تنظيف السطح بعد وضع السائل النافذ ويتم ذلك بواسطة منظف خاص او بواسطة قطعة قماش نظيفة •

٣ - ان الشقوق والعيوب السطحية النظيفة يمكن بسهولة اظهارها بواسطة السائل النافذ مهما كانت مناء التقوق طوثة فانها تؤثر بدرجة كبيرة على حساسية الاختبار بأحد هذه الطرق:

آ ــ قد تكون الشقوق مليئة تماما بالاوساخ مما يمنع السائل النافذ من التخلل داخلها •

ب ـــ قد تكون الاوساخ من نوع يؤثر كيمياويا على المواد المضيئة و الملونة ويقلل من كفاءتها -

ج ــ قد تكون الاوساخ من النوع التي نقلل او تمنع تماما هدوث الخاصية الشعرية واللازمــة لتخلل السائل النافذ ،

خ - كلما صفر حجم الميب كلما احتاج الى
 وقت اطول الاظهاره حيث ان السائل النافذ يتخلسل
 ببطه خلال العيوب الدقيقة •

ه ـ اذا كانت العيوب السطحية من النسوع المسطح اي الواسع في الحجم وبعمق قليل كان من الصعب أظهداره الا باحتياجات خاصة حيث أن السائل النافذ يمكن أنيز المنهذه العيوب خلال عمليات العسل لسطح العينة . وعليه في مثل هذه الاحدوال من اللازم استخدام انواع من السائل النافذ التي يتم استحلابها فوق سطح العينة قبل عملية الغسل،

تحضير السطح للاختبار

كما سبق القول ان وجود اوسساخ او مواد غربية داخل الشقوق او العيوب تمنع او تقلل من كفاءة الاختبار وعليه يجب ان تكون الخطوة الاولى من الاختبار هي عملية تنظيف جيدة ـ ومن امسم طرق التنظيف استعمال البخار تحات ضغط كوي المكان ازالة كوي يمكن ازالة

اي مواد غريبة يمكن اذابتها • اما المواد الغريبة الأخرى مثل الزيوت والورنيش والدهان وماشابه فيجب تنظيفها بالمذيبات الكيمياوية او الطرق المناسعة •

المدأ والقشور

أن وجود الصدأ أو القشور على سطح المينة.

قد يحجز كمية من السائل النافذ تحته ويكون سببا في اعطاء نتائج مضللة وعليه يجب التخلص من هذه المواد _ غير ان استعمال التنظيف بالرمل او الفرشاة الحديدية غير مسموح بها تماما حيث انه يمكن ان تسد فتحات العيوب بواسطة التشغيل على البارد تصد فتحات العيوب بواسطة التشغيل على البارد الفرشاة المديدية بخفية وحيدذر أو الفرشاة الديدية بخفية وحيدذر أو استخدام الرش بالرمل تحت ضغط قليل اذا كان صطح العينة ذا حلادة على ركويل او اكثر مسلح العينة ذا حلادة على ركويل او اكثر

الاحماض والكرومات

ان وجود هذه المواد على سطح العينة انساء عملية الفحص يقلل كثيرا من كفاءة الاختبار حيث يقتل المواد المضيئة في السائل الفسفوري او يفقد الصبغات الوانها وعلى ذلك فيفضل فحص الالمنيوم قبل عملية الطلاء بالاستقطاب Anodizing والفولاذ S.S. قبل عملية الخمود passivatting والمغنيسيوم قبل عملية الماملة بالكروم م

الزيوت والشحوم

يجب ازالة اي اثر للزيوت والشعوم فوق سطح المينة وداخل الشقوق قبل عملية الفحد حيث ان بعض انواع منها لها خاصية نفاذ جيدة والنا عد تكون ذات خاصية مضيئة تحت نصو

مظلم مما يؤثر على نتائج الاختبار أو يعط السمي النوءة للمواد المستعملة وتعطى ضرء بين المتوسط اشارات كاذبة ٠

المساء

يجب ازالة الماء من سطح العينة وكذلك مسن الشقوق والعيوب السطحية حيث ان وجود المساء كبيرة وعلى ذلك فان اغلب المواد المستعملة من النوع وعليه يجب تجفيف السطح بالمرارة جيدا قبل عملية الفحم كما انه في حالة استعمال الصبغات الملونة فانه من العملي جدا استخدام السائل المستعمل في أزالة السائل النافذ من فوق ســـــطح العينة في عمليات التنظيف الاولية ايضا .

السوائل النافذة المضيئة القابلة للغسل بالاء

لها تندرة عالية على النفاذ وتعتمد علمي الخواص صعوبة .

والمبهر بلون اصفر الى الهضر فسنوري تدــــت اشعاعات الضوء المظلم • وكمقيقة في مجـــال الاختبارات غير المتلفة فاننا لانحتاج الى حاسبة متوسط الاضاءة وبها كمية مناسبة مسسن المسراد المستحلبة التي تتيح غسل السطح من المسجواد الزائدة مواسطة الرش بالماء ٠

أستخدام السائل النافذ

بالنسبة للاجزاء الصغيرة يمكن غمسها فسس السائل النافذ للفترة المطلوبة حسب الجدول التالي _ اما بالنسبة للاجسام الكبيرة فيكفى طلاء السطح ان هذه الانواع من السوائل الناغذة كتسيره المطلوب اختباره بواسطة السائل مع وضع كمية الإستعمال في الصناعة اليوم وهي مختلفة الانواع كاغية لتفذية عملية النفاذ ، كما يمكن استعمال السائل والشواس ودائد مسلمية مساوية ومع ذلك ذات المائدي مراء الغري أدا أمكن م كما بديمان الأربد جميعا تحتوي على قاعدة زيتية وتحوي معها مواد وخرم السائل الناغذ عن المدد المذكورة لان ذاك يبخر استحازبية وعليه فانه يمكن غسلها تماما بالماء كما أن السائل الناغذ ويجعل عملية الغسل بالماء أكنسسر

الوقت اللازم لتخلــل السائل النافذ-دقيقة		1	طريقة التصنيع	المسدن
سائل قابل				
للاستحلاب	1	wa		
0	10_0	فقاعات هوائية ــ فجوات [
١.	10-0	هماعات هوانيه ــ هجوات تداخل طبقي Laps	محــبوبات	المنيدرم
0	۳,	اتسال غير جيد - فقاعـات	كبس وحدادة	
ĺ	, , ,	انسال غیر جنید به هامسات	رماحا	
12	۴.	موابيـــ شقوق كلــــل	-1 (5)	
0	10	سموق فالله المورات المجرات الم	جميع الانسواع	
١.	۳.	مفاعات طوالیا کے تعبورات ا	مصبوبات	مغنيسسيوم
١.	۳.	اتمال غير جيد _ غقاعات	كبس وحدادة	
		هوائيــة	لحام	
١٠	٣.	شقوق كلك	al. NI	
١.	٣.	مسوى كالمناه موائية ما فجوات	جميے الاندواع مصبوبات	:27
١.	٦.	تداخل طبقي	محبوبات كبس وحدادة	فولاذ Stainless Steel
۲۰	7.*	التحال غير جيد ــ فقاعات	لحــام لحــام	
		موائيــة	ام ا	
7+	۳,	شقوق كلك	جميع الاندواع	
٥	۱.	فقاعات هوائية ــ فجوات	مصبوبات	l total and the co
١.	m.	تداخل طبقی	مصبوبات كبس وحدادة	نحاس ــ بررنز
./ •	10	اتصال غير جيد ــ فقاعات	تنظية بالنجاس	
		هو ائيـــة	<i>O</i> 4444 1.554	
1.	٣.	و شقوق كال	جميــع الانــواع	
۲	۳۰_0	شقوق	جميع الانواع	,4{.: N.
0	۳۰0	تستقوق	بجميع الاندواع	بالاستيك
٥	۳.	اتصال غير جيد		زجاج عدد القطع
٥	۳.	فقاعات موائية		عدد القطع. الكاربيديــة
۲.	1+	سترق تجايخ شقوق تجايخ		انداربيديــــ

الفسل او الشطف بالاء

يجب أن تتم عملية الغسل بالماء بعد أنتهــاء الفترة اللازمة لتخلل السائل النافذ بواسطة رذاذ ماء مضغوط ــ لان الماء المجاري لايكفي في العادة ــ ويجب الاهتمام باماكن المسننات والثقوب ـ وعملية الرش الرذاذي مفيدة ومطلوبة لانها تسهل عملسة الاستحاث بواسطة العمل الفيزياوي لقطرة الماء المقذوفة على السطح ، وهذه العملية يجب أن تتم تحت ضو، معتم لضمان ازالة جميع المواد المضيئة من قبل سطح العينة ، للحصول على احسن النتائج بالسرعة المطاوبة يجبأن تكون درجة هرارة الماء بين ٢٠-١١٠ تف و درجة الحرارة اعلى من ذلك قد تسبب في ازالة السائل النافذ خلال العيرب السملمية المبيرة والقليلة العمق ويجب استعمالها بدذر ، كما يمكن استعمال الماء في درجة حرارتسسه الأعتيادية بي ٥٠ سـ ٧٠ ف غير أنه يتطلب وقست الطلسول ،

ن حسال المغير الركب

اذا است مل المفلور الرطب غيجب استخدامية مباشرة بعد عملية الغيل ويمكن غمس القطع المسفورة في حوض من المظهر بنفس طريقة استحمال السائل النافذ ، ولكن يجب اخراج القطع بسرعة من المظهر فسوق خشية تكون حوفس من المظهر فسوق العيب يمنع من اظهاره ، بعد ذلك تجفف القطيع للتخلص من ماء المظهر ويمكن استعمال مجفف التا اليواء الحار في ذلك وغي حدود درجة حرارة بين اليواء الحار في ذلك وغي حدود درجة حرارة بين اليواء الحار في ذلك وغي حدود درجة حرارة بين اليواء الحار في ذلك وغي حدود درجة حرارة بين اليواء الحار في ذلك وغي حدود درجة حرارة بين اليواء الحار في ذلك وغي حدود درجة حرارة بين

فقط هتى يتم جناف المظهر غوق السطح ــ لانــه بزيادة التجفيف قد يبخر بعض من السائل النافــ مما يقلل من كفاءة الاختبار ــ ولنفس السبب لايفذا، ان تكون درجة حرارة المجفف اعلى من ٢٥٠ ف ٠

استعمال المظهر الحاف

اذا استعمل المظهر الجاف هانه يجب تجفيف السطح مباشرة بعد عملية الغسل ثم يستخدم المظهر الجاف أما بغمس التطعمة في خزان مسسوق المظهر أو استخدام رشاش للمسحوق ، ويجب ترك المظهر لفترة تساوي ١٠ فترة استخدام السائل النافذ حتى يمكنه جذب السائل الناف

الفدِــس : ــ

يقوم الفاحص بفحص السطح تحت ضوء معتم وفي مكان مظلم _ فتظهر العيوب مضيئة واضحة ، السوائل النافذة المضيئة القابلة للفسل بحد

السوائل النافذة المضيلة القابلة للفسل بعسد الاستحاذب

المرائل الداءرة المنسية والتي مسطوع تابسات الغمل من غوق سطح العينة مميزات اهمهمما

١ ـــ انها اكثر حساسية لأظهار العيـــوب
 مهما كانت دقتها -

٢ ــ انها تعمل بصورة افضل من الطربقة
 السابقة في حالة وجود عيوب ملوثة بالاقذار •

٣ ـ بواسطتها يمكن اظهار العيسوب ذات الاسطح المتسعة وقليلة الدمق مثل الخسدوش السطحية وعلامات التعذير وخلانه .

غ ــ يمكن بواسطتها المصول على نتائيج
 انفسل بالنسبة لاعادة الفحص نمينات سبن فحصها
 بطرق مختلفة •

ه ــ تعتبر اسرع في انجازها من الطريقية
 السابقة •

حي هي الطريقة الماتهدة فقد في غصص التيتانيوم •

النفسان Penetration

في هذه الطريقة تستخدم نفس المواد المفيئة ذات القاعدة الزيتية ولكن بدون اضاغة المواد المكونة للاستحلاب وعليه لايمكن غسلها بالماء بخللف الطريقة السابقة وتتميز بان لها نفاذ عالية للحظ الجدول السابق للطريقة السابقة .

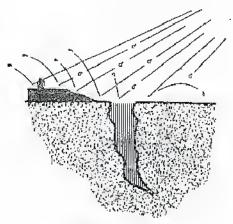
بعد انقضاء فترة النفاذ توضع على سطح العينة مواد مساعدة تكون مستحلب مع كمية السائل الفائض فوق سطح العينة بعد ذلك يمكن غسسا

المينة كما بالرسم أدناه .

نم بعد ذلك تكمل اجراءات الاختبار كمـــا بالداريتة الســابتة ٠

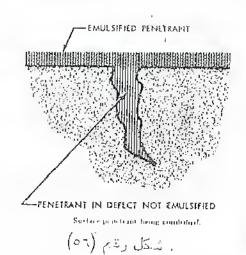
السوائل النافذة الملونة ((الصبفات))

تستعمل الصبغات الملونة كسائل نافذ بنفس المنطوات السابقة تقريبا وقد يكون السائل النافد من النوع القابل للغسل بالماء او القابل للاستحلاب بالماء واختيار اي من الطريقتين يعتمد على نفسس الاسس التي تمت مناقشتها فيما سبق : وتمتاز هذ مالطريقة انه يمكن اظهار العيب في الضوء العادي ولكن بحساسية اقل ، ايضا فان الاهتمام بتنظيب للنجاح الاختيار ، ويمكن استعمال المنظفات القاعتية لنجاح الاختيار ، ويمكن استعمال المنظفات القاعتية الاتخلص من الاعتدار على سطح العينة ، وغيما يلى جدول بفترات النفاذ المناسبة حسب طبيعة العينة ،



Water apray removing emulsified princtions.

شکل رقم (۷۰)



ــ دةيقــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	ل وقت النفساد		1
درجة الدرارة ٣٥-١٠%	درجة المرارة ٢٠ــ٩٠ف	نوع العيب	نوع المعدن ودالته
0_\"	\0_\. 7\0	نستوق المعامات الدرارية شقرق التجايخ	جميد المعادن جميد المعادن
\Y	7·10	شقوق الكل الشقوق	جميح المعادن البارساتيك
13	10_1.	ا النسقوق الفتاءات الهوائية	السحيراديك
0_#	10_1.	لحام براس غير ڊيد شقوق ئي اللقمه	عدد القطع اللقم الكاربيدية عدد القطم
0-1-	jo /-	لمنقوص في جسم الحدة شكرم غرض الانتفادي	عـدد الغملم المـــيــــ
r+	71.	الفقاعات السمادية الفجوات	المصبوبات بالضخط المصبوبات بالضغط
· *·_y	T*10	الدُوق ـ تداخل طبقي النـرات Soums	الكبس والحدادة الدرغلب Roiling
√	10-1.	النسفون والفجرات الشنقوق والفجوات -	لحامات الالنيوم لحامات الحديد

ادسا ا

الفحص المفناطيسي اعسداد المهندس

على احمد مصطفى حماد

يعتبر الفحص المغناطيسي اداة ذات فاعليك كبيرة في مجال الفحص غير المتلف واكتشاف الشقوق في المعادن خاصة الدقيقة منها والتي لايمكن أكتشافها بالعين المجردة وتتلخص طريقة الفحسس في النقاط التاليــة :ــ

١ _ بث مجال منناطيسي مناسب في قطعـــة الاختدـــار ٠

٢ ــ استخدام جزيئات مناطيسية على سطح عناة الاختيار •

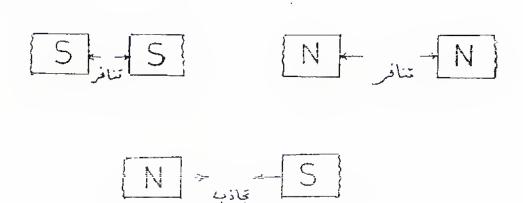
٣ _ فحص سطح القطعة واكتشاف اماكن تركيز او تكوم الحزيئات حول العيوب وتقريسر ملاصة قطعة الاختيار ٠٠

وفي استطاعة هذه الطريقة اكتشاف العيسوب السطعية جميعها ومناطق الانفصال ويمكن تحصت ظروف خاصة اكتشاف العيرب المختفية تماما تحست السطح ويعتمد ذلك على الخواص المناطيسية لقطعة الاختبار وأذا كان معدن قطعة الاختبار قابل للمغنطة بصورة كبيرة ، اما المعادن غير المناطيعية فلايمكن فحصها بهذا الاختبار مثل الالمنيوم والمغنيسسيوم والنحاس البرونز والرصاص والفسسولاذ Stainless Steel والمعادن القابلة للمغنطة بصورة جيدة يمكن فحصها بهذه الطريقة بدقة عالية ويستطيع الفاحص المتمرن اكتشاف طبيعة وحجم العيب وكذا مدى خطورته من الناحية الوظيفيكة كما بالشكل (٥٧):

ريجب أن يكون سطح قطعة الاختبار نظيف وتعتمد مقدرة الطريقة على اكتشاف العيوب علسي مقدرة الجزيئات المعناطيسية على التحرك على سطح قطعة الاختبار وتوزيع نفسها بحرية حسب توزيدح المجال المغناطيسي ومناطق تكون الاقطاب في مناطق الانفصال او العيوب على سطح العينة وفي النساء وضم الجزئيات المناطيسيةسواء في الهواء (الطريقة الجاغة) أو في وجود سوائل مثل الزيت أو المساء (الطريقة الجافة فيجب تنظيف السطح من الاوساخ والشحوم والزيوت والصدأ والقشور والا فانسمه يكون من الصعب او المستحيل اكتشاف مناطق العيوب او الانفصال ٥ وجميع طرق تنظيف السطح يمكن مراجعتها في الباب الخامس من هذا الفصل (المحاليل النافدة) ٠

الجال المفناطيسي

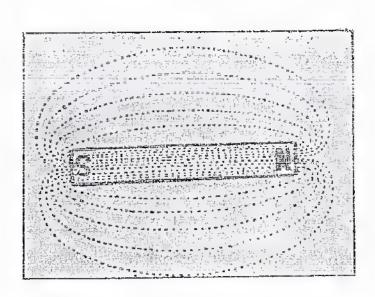
كما نعلم أن المغناطيس له خاصيه جذب قطع الحديد كما أن للمغناطيس قطبين مختلفين احدهما يسمى المقطب الجنوبي والاخريسمي القطيب الشمالي ، فاذا وضع قطب شمالي لعناطيس مواجه الى قطب شمالي اخر لعناطيس ثاني نجد ان هناك تنافر وتباعد بين الاقطاب • كما نلاحظ نفس هــذا التنافر أذا كان القطبين جنوبيين في حين أنه أذا كان قطب شامالی يواجه قطب جنوبي نجد أن منالاً تجاذب بين الاقطاب - اي انه يحدث تجاذب اذا أختلفت الاقطاب ويحدث تنافر أذا نشابهت الاقطاب



شكل رقيم ٧٥

ناعمة ثم نهز الورقة بلطف • نجد أن برادة الحديد اتذذت شكل معين حسب توزيع خطوط المجال

مما سبق يتضح أن هناك قوى معناطيسسية ذات اتجاهات معينة وللتعرف على شكل توزيسح هذه القوى او مايسمي المجال المغناطيسي فبامكاننا وضع ورقة على مناطيس ويرش فوقها برادة حديد المناطيسي كما بالسكل (٥٨) : -



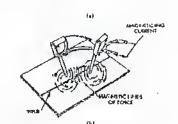
شكل رقسم ٥٨

المجال المفناطيسي للنيار الكهربائي

اذا وضعنا ابرة مغناطيسية بالقرب من سلك يمر به تيار كبربائي مستمر نجـــد ان الابـرة المغناطيسية فد غيرت اتجاهها واتخذت اتجاه جديد فاذا ابعدنا الابرة عن السلك نجد انها تعود الــــى

وعلى نفس المنوال نجد انه لو مر تيــــار كبربائي مستمر خلال ساك ملفوف حول قضايب من المحديد المبع هذا القضيب له خواص المعناطيسان كما بالشكل (٦٠):

ان وجود شق في قطعة معنظة يجعل خطوط

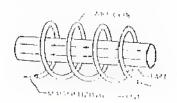


Opening magnetizations of tryical forms of tong physics. In Citrian magnetization of last physics by passing electric content theretay but from making sectors plates. (In Production of leastweet simples field to part by passing that the prompts that the prompts of the production of leastweet product when the prompts that the

شكل رقام ٥٩

وضعها الاصلي مما يدل على ان التيار الكهربائيي وخصعها الاستدلال على تكوين مجال مغناطيسي ويمكسسن الاستدلال على هذه الظاهرة اذا جعلنا سلك يمسر خلال ورقة ووضعنا غوق الورقة برادة الحديسد الناعمة عند مرور تيار كهربائي خلال السلك وبهز الورقة بلطف نجد ان برادة الحديد اتخذت شكل معن تبعا لشكل الجال المخاطيسي للتيار المار مسن أساك دست الشكل (٥٩):

المجال تنحرف وتنشأ أقطاب متنافرة على وجهسي الشقكما بالشكل(٢٦)مما يجذب الجزيئات المغناد إسبة على حدوده . ويخلهر وجود الشق • كما وان شدة مجال الاقطاب المتكونة على حدود الشق تعتمد على عدد خطوط المجال التي حدث لها اضطراب نتيجة وجود الشق • غاذا كان الشق عمودي على خطوط المجال غانه يقطع عدد اكبر منها ويكون اقطاب قوية المجال غانه يقطع عدد اكبر منها ويكون اقطاب قوية



شکل رقیم ۲۰

أغوى مما أو كان الشق موازي لخطوما الجال .

معدات الغدس بالجزينات المفنطة :ــ

توجد أكثر من خمسين طريقة تناسية مختلفية تعمل بها أجهزة الفحص بالجزيئات المعنطة في محال الصناعة مكما أن هناك أكثر من مائة طريقك للاستخدامات الخادءة ومازال البحث جاريـــا مع استعمال الرافعات او السكة المتحركة لنقــل لاستنباط طرق واجهزة جديدة لمواجهة الاحتياجات القطع المراد لمدصها م الجديدة •

تقسيم معدأت الفحص

١ ــ حسب نوع وماريقة المفتطالة -

ب ـ استعمال تیار ثابت D.C.

-ج - تیار $(\sqrt{|}/|)$ موجه مقوم Rectified H.W.D.C.

د ــ استعمال تيار مركب « عدة تيارات » ه ــ المتعمل مغزاطيس دائم

٢ ــ حسب طبيعة ومكان الفحص

وتستعمل هذه الوحدات المتنقلة للفحص الحقالي سراء للمنشآت الملحومة أو المصنوبات الكبرة .

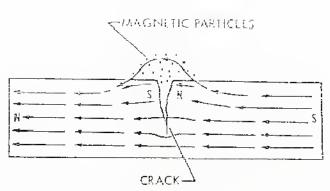
ب ـ وحدات ثابتة . توضع في مراكز الفحس

ج ــ وحدات ثابنة داخل خطوط الانتاج وينم المناولة للقطع أوتوهاتيكيا أو نصف أوتوهاتيكي .و يدوى رقد يتم الفحص على نسبة من الإنتاج أو ١٠٠٠/ مين الانتياج ٠

> ٢ سـ حسب نوع المواد المستعملة أ _ استعمال الطريقة الرطبة

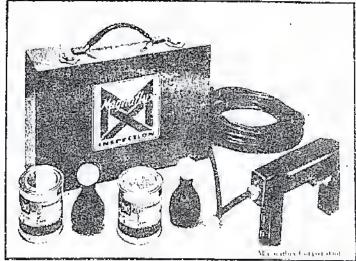
ب ... استعمال الطريقة الرطبة ذات سيواثل - Fluorescent مخسيقة

عالم المناهال مسمون جانا وشي بدريا الو مكانتكيا -



شکل رقام ۱:

A crack in a bar magnet creates magnetic poles which attract magnetic particles.



شکل رقم (۲۲)

Hand-held electromagnetic yoke kit for magnetic-particle inspection.



نسکل رشم (۲۳)

Stadown calde magniture grusit

١ ــ الفحص ببرادة الحديد

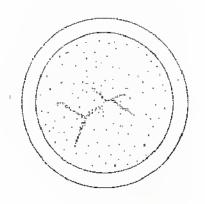
يستخدم لهذا النوع من الفحص مسحوق برادة المديد الناعم جدا المخلوط بزيت البرافين ويحضر السائل ويمزج جيدا قبل بدء الاستعمال ، توفسح العينة المراد فحصها في مجال معناطيسي قوي ندم يدمن السطح بطبقة رقيقة من السائل المحفسر خاذا كان مناك عيب داخلي في المعدن كالشقوق مناز فانها تقطع خطوط المجال المغناطيسي وتتكون اقطاب مغناطيسية جديدة على حدود العيب وتجذب هدذه الاقطاب برادة الحديد بصورة اكبر ويتكون شمكل العيب الداخلي بواسطة تكدس برادة العديد علسي حوافه . ولحيانا يتم هذا الفحص بعدورة سريحة والسهل باستعمال وغاء على شمسكل قرص محفوذا به سائل برادة العديد ورجه شفاف ، يوضع هدفا القرمن بعد رجه جيدا على السطح المراد مدد مدي وجود المجال المناطيسي فيذاور العيدب ذكال التساعيات المراج التراجيخ (١٠٠) بالأراد الأسار المعرمية -

دائم الاستعمال ويمكن تثبيته في أي وضم .

غير ان عيوب هذه الطريقة كونها تحسلح فقط للمواد الحديدية القابلة للتمغنط وانها قادره فقط على اكتشاف العيوب السطحية أو القريبة من السطح مشغل على الكينات Polished machined .

آ ـ الفحص بواسطة الملف الباحث Search Coil

تمغنط القطعة المراد فحصيا أو أن يمرر إيسا أيار كهربائي عالى . بعد ذلك يحرك الملف الباحسث على السطح وهو متصل بجلغانومتر حساس عاذا كان مناك عيب داخلي أو شق في القطعة فينه سوف يغير من شدة المجال المغناطيسي في هذه النقطسة ربالتالي فانه يغير التيار المار في ملف البنحث ويحدث التغير في مؤشر الجلفانومتر وهذه الطريقة تمتاز عن الطريقة السابقة في كونها الاتحتاج أنى سطح مشغل المارة النها تستعليم أكتشاف العيوب ثحت السسطح مشغل المدها النها تستعليم أكتشاف العيوب ثحت السسطح



الفحص المجهري ســابعا :ــ اعدداد المهندس/ على احمد مصطفى حمداد

نستطيع بالفحص المجهري التعرف على كثير من خوادر وحالة المدن مثل حجم البلــورات والتركيب البلوري Phuso وتعيين نسبة حجم البلورات grain size وذلك بتحضير الكربرن في الحديد منخفض الكربون والعياوب العينة للفحص المجهري etching باستعمال الدقيقة في المعدن مثل الشقوق المجهرية hair cracks مطول مناسب مثل محلول فيتال او بكرال او بكرات والشوائب slag والانزلاق البلورى dislocation

حجم البلورات Grain size

من المعروف أن هناك علاقة بين حجم البلورات وبين الخواص المكانيكية للمعدن ويمكن تعريف متانة الشد بمقدار القوة اللازمة لاحداث انزلاق بلوري على مقطع العينة وعلى ذلك فان حجـــم البلورات أو مساحة أسطحها ذات تأثير مباشر على متانبة بمكننا ايضا من اظهار حجم البلورات • الشد او الضغط او القص وتحدد المواصفات حجم بلورات المعدن خصوصا نبي عمليات المعاملة الحرارية بتبريد الحديد من حالة الاستستنيت الى حالة مثل التقسية hardening او المراجعة Tempering او المادلة Tempering او التخمير armealing -

تعيين هجم البورات للحديد الاوستينيتي

Austentic condition السي حالسة hypoeutectoid steel اسفل الحط والكربيون Iron-carbon Equilibrum diagrame

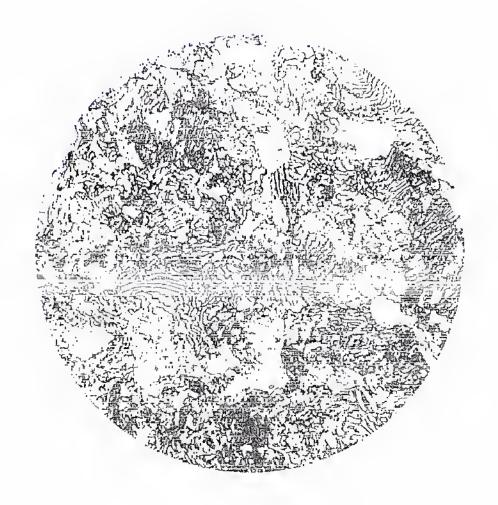
كما بالشكل أدناه فأن السمنتايت cementite يكون مترسب على حدود البلورات وعلى ذلك يمكن تحديد الصوديوم القاعدي ulkaline sodium picrate الما

اذا كانت نسبة الكربون اقل من ١٨٣٠ بالـــوزن فانه بتبريد الحديد من حالة Austentic condition الى حالة hypoeutectoid steel الحفل الخط

A1-S في مضلط الانزان الحراري فان ترسب Ferrite على حدود البلورات الفرابت

اما اذا كانت نسبة الكربون ٨٣ر٠/ فانسه Eutectoid steel والذي يظهر تحت المجهر

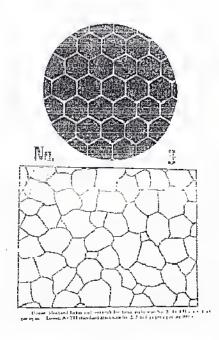
على هيئة طبقات من الفيرايـــت Ferrite والسمنتايت cementite وهو مايعرف بالشكل البيرليني pearlite اي اللؤلؤ لكون مظهره المخطط خطوط سوداء وبيضاء لامعهة نتيجهة عندما يبرد الحديد منن حالة انعكامات النبوء على طبقات الفيرايت والسمنتايت، ويمكن تعيين حجم البلورات في هده الدالية بملاحظة اختلاف اتجاه تكون الطبتات او الضارع في كل بلورة عن الاخرى .

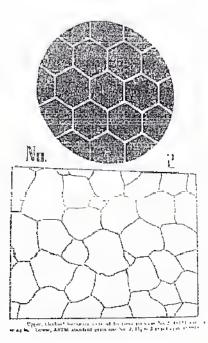


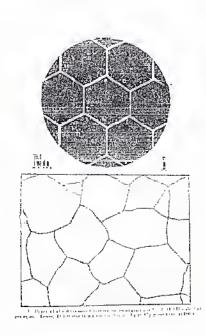
شستا رقم (۱۵)

ولقياس حجم البلورات نان هذاك متاييسس بها حجم بلورات المعدن عند تكبير ١٠٠ ويمثل راسم

عبارة عن ٨ رسومات شبكية مختلفة الاحجام يقارن بالاشكال التالية (٧٧) (٨٨) (٢٩) : -

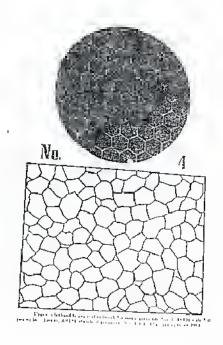


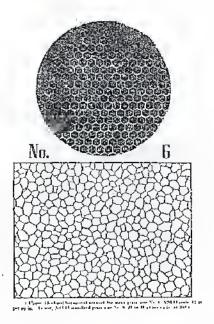


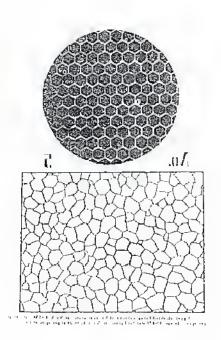


نسکل رقام (۱۲)





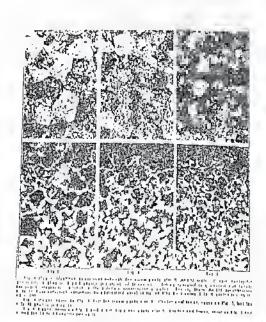




ئــکل رقــم (۸۸)

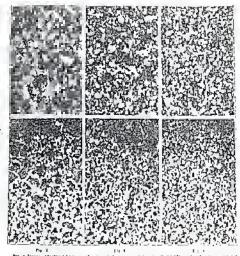
There is bridged to the first of the later than the state of the later than the state of the later than the state of the later than the later Markey . فسك رتسم (١٩) STANFORD والمخطوطات السابقة تستعمل للحالات المثالية مجموعة اخرى من المقابيس عبارة عن مجموعة ماور للحديد الاوستينيتي أما أذا كان الحديدد متسمة أيضا من ١ السي ٨ كما بالاشددال

- : (٧٢) (٧١) (٧٠) carburized Case الأوسىتينيتي معامل بالكربنة غيرست لنعمل



لسنال رفسم (۱۷۰)

شسكال رقسم (۷۱)



شسکل رضم (۲۷)

والجدول التالي يعطي العلاقة بين مقيـــاس . A.S.T.M وعدد البلورات في كل انتج مربع ومن خلال المجهر بتكبير ١٠٠ مرة :ــ

حجم البلورات عدد البورات لكل انج مربع مرئي القطر المكافىء لكرة من حجم البلورة هسب مقياس من خلال المجهر بتكبير ١٠٠ مرة (بدون تكبير ١٠٠ مرة A.S.T.M.

ملم	انسج	مـدى	متوسط	
۷۸۲۰۰	* 1.11*	11/4 - 1/5	١	Ţ
۳۰۲۰۰	هه.۸۰۰ره	" - 11/ _Y	Neger .	٢
\$\$١ر٠	٧٦٥٠٠٠٠	۲ ۳	٤	٣
۱۰۱ر۰	۰۰۶۰۰ و ۰	7 - 71	۸	į
٨١٧٠٠٠	۳۸۳۰۰۲۰	75 - 17	17	0
٧٠٥٠٧٠		37 - N:	47	
4_3.24	h_, N	5% - 50	5.5	
٥٠٢٠٠ ؛	٠٠٠٠٠	197 97	177	٨

آيذا نان هذه المتاييس متوغرة على هيئــةسانيدات Slides شفافة توضع في المهـــر أو أن نكون مرسومة على العدسة العينية بديــثأن صورتها غوق العينــة وبتطابــق حجــــم البلورات مع أي من المتاييس يدل على تسسـاويحجم البلورة مع رقم المقياس .

رقم (١) فان المواصفة تعطي مقياسين اضافيين ارقام 0400 ويمكن تحديد هذين الحجمين باستعمال المقياسين رقم اوم وبجعل التكبير ٥٠ ضعف بدلا من ١٠٠ ضعف ٠ أما أذا كان حجم الحبيبات اصغر من المقياس رقم ٨ فان الواصفة تعطبي مقیاسین اضافیین ایضا هم ارقام ۹ و ۱۰ ویمکسن تحديد هذين الحجمين باستعمال المقياسين رقم ٧و٨ وبجعل التكبير ٢٠٠ ضعف بدلا من ١٠٠ ضعف ٠

تحديد نسبة الكربون

يمكن تحديد نسبة الكربون في الحديد بواسطة الفحص المجهري عن طريق تقدير مساحة بلورات البيرلايت ومساحة بلورات الفيرايت ، فمن المعروف ان تركيز الكربون في بلورات البيرلايت ١٨٠٠/ وتظهر هذه البلورات عند مراقبتها مجهريا بتكبير عالى بشكلها المخطط الناتج من تجمد السمنتايت والفيرايت في نفس الوقت على ميئة طبقاتمتتالية. أما بلورات الفيرايت فتظهر عند مراقبتها مجهريا بيضاء اللون وبها نقط قليلة سوداء من انباتـــات السمنتايت ونسبة الكربون في بلورات الفيرايـــت ٠٠/٠٠٠٠ هستي ٢٠٠٠و٠٠/٠٠

اما اذا كان الحديد متكامل في تكوينه البيرليتي الفيرايت البيضاء ويعني ذلك أن نسبة الكربون في الفحص المجهري ٠ الحديد في حدود ٨٣٠ / وهذا النوع من الحديد

ما يطلق عليه صلب العدة والمستخدم عادة في صنع الات القطيع •

واذا زادب نسبة الكربون في الحديد عـــن ٨٨ر٠/ وحتى نسبة ٧ر١/ فان شكل العينة تحت المجهر يكون من بلورات البيرلايت بجانب تكوينات سمنتايتيه على حدود البلورات وتظهر كما لو كانت البلورات منفصلة عن بعضها او ان حدودها ذات خطوط سوداء عريضة على هذا التركيب فسوق البيرليتي ويكون من الصعب تحديد نسبة الكربون بدقة في هذا المجال •

مظهر نكوين وتفكك البيرلايت عند الفحص المجهسرى

يحتوي الاوستينايت Austenite موع F.C.C. المشبع بالكربون على انباتات مسن السسمنتايت Cementite التي تحاول عند التبريــــد

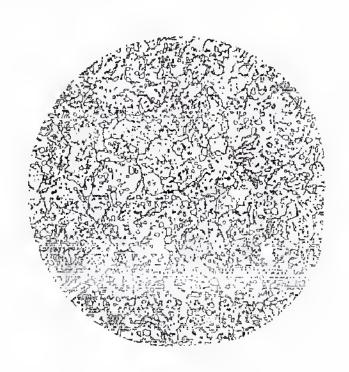
أن تنمو مبتدئة على حدود البلورات حيث يكون مراكز تجميمها عاده واثناء نموها نتنزع الكربون من المناطق المحيطة بها تاركة هذه فقيرة من الكربون ای حدید 🔀 فیرایت Ferrite هذا المنوال يسير النمر في طرق متوازية تقريبا احدها يمثل نموسيمنتيتي والاخر يمثل نمو فريتي Ferrite ويكون الناتج غير متجانس

Heterogeneous وبشكل طبقي دقيق مسن ١٠٠/ بيرلايت فتظهر جميع البلورات تحت المجهر الفيرايت والسمنتايت وهو ما يطلق عليه أســـم بتكوين بيرليتي مخطط الشكل وتختفـــي بلورات البيرلايت والذي يظهر بشكله المخطط تحــــت

ويستطيع الفاحس التعرف على ظروف التبريد

عن درجة تكوينه ٧٢٣م ولزمن طويل نوعاً فسسان فيتجمع جزء الفيرايت مع بلورات الفيرات الموجودة

من شكل بلورات البيرلايت فكلما كان التبريات يحيط به وعند الفحص المجهري لهذه الحالة يظهر سريعا كلما كانت الخطوط دقيقة في تجمعها • أما البيرلايت المحبب كما بالشكل (٧٣) : _ اذا كان التبريد بطيئا ظهرت خطوط البيرلايـــت لذا يكون اقل قساوة من البيرلابيت المخطط غليظة ، وفي حالات التخمير annealing وازالة وتزول الاجهادات الداخلية ، وفي بعض الحالات الاجهادات stress relieving فاننا نحساول الفاصة عند تبريد المديد المحتوي على ١ر٠٠/ الاحتفاظ بمركب البيرلايت عند درجة منخفضة قليلا كربون تبريدا بطيئا جدا يحدث تفكك للبيرلايات



شكل رقيم ٧٧

المسهنتايت المتكسون (أحسد طبقات اصلا ويتجمع السمنتايت حيئنذ في خطوط عريضة البريات) يتفري المحددة ولكرون على حدود حبيبات الفيرايت الجديدة ولكرون الشكل الطبقي الى شكل متكور وذلك بسبب تخدير السمنتايت مركب صلد وهش فان تشقق هذا النوع

التوتر السطحي له عند عذه الدرجة تاركا النيرايت من المديد عند نشكيله على البارد امر متوقع •

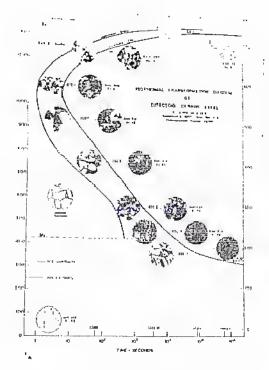
مما سبق تبينا أن الببرلايت المخملط يتكون بالتبريد البطيء في الهواء الراكد امــا اذا ازدادت سرعة التبريد باستخدام تيارات من الهسواء او السوائل المختلفة كما في عمليات المعاملة الحرارية فان المركبات الناتجة تختلف كل الاختلاف عـــن ماسبق ، فازدياد سرعة التبريد الى حدودهسسا القصوى بالتبريد في الماء والتي يطلق عليها عملية الطش Quenching من في المقيقة عمليـة Freezing للمركب الموجود في درجة تجميد الحرارة العليا والاحتفاظ به في درجة الحـــرارة العادية دون السماح له بأن يتحول أو يتحلل الي أي مركب أو مركبات أخرى ولذلك فأنه يمكن الحمول على مركب الاوستنيت في درجة حرارة الجدو وذلك بطشه من درجات حرارة فوق الخط GSE الى درجة حرارة الجو _ وخلال الطش يتم في الواقع كبت لاي محاولة انتشار تبديها ذرات الكربـــون لتأخذ اوضاعها المتزنة في درجة حرارة الجـــو -وبالتالي فأن الاوستينايت الذي ندهل عليه من الطش السريع غير منزن اطلاقا ٠

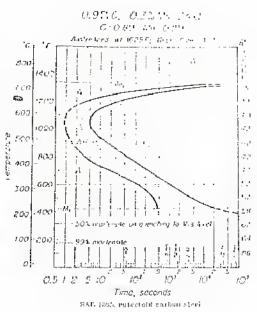
منحنيات ٢.٣.٣.

Time Temperature Transformation سبق ان بينا ان انباتات السمنتايت تبدأ على

حدود بلورات الاوستنايت ولكن معدل تكون هذه الانباتات وكذلك معدل نموها يعتمد على معدلات التبريد ويمكن دراسة ومراقبة معدلات تحسول الاوستينايت الى مركبات أخرى تحتالدرجة الحرجة لاتزانه وهي ٧٢٣م تحت الخط PSK في مخطط الاتزان المراري وتمثيل هذه النتائج في مخططات خاصة ند عى مخططات

والشكل الاتي (شكل وتم المديد المعلوب رسم المخطات الموتسفينها المحديدة المطلوب رسم المخططات الموتسفينها المحديدة المحدوث المعط المحدد المحدوث المحلوب في التسفين محيث المحلوب في التسفين محيث المحدوث المحدوث المحدوث المحدوث المحدوث المحدوث المحدوث المحدوث محالي المحدوث المحدوث المحدوث عراري المحدودة المحدد الم





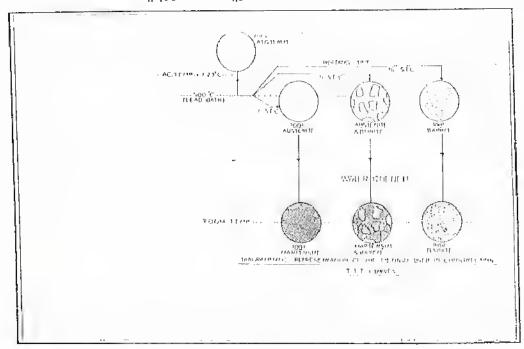
شكل رقام ٧٤

تعول (النقطة ٨ بالرسم) أما أذا أستور وضع العينة في حمام الرصاص ولنترة ١٠ أرادي (النقطة 8 بالرسم) شم تطش في الماء نجد أن جوميع مقطع العينة من تكوين بلورات البينات Buinite وهو تكوين يشبه الريش ومسمى باسم مكتشفه بايسن الما أذا كانت فترة وضع العينة في حمام الرصاص خمسة ثواني (النقطة ٢ بالرسم) نجسد

ولناخذ الان مثال على ذلك اذا سسسدنا عدة عيدات لحرجة حرارة اعلى من ٧٣٣م روضمت احدى الحينات في حمام من الرصاص درجة حرارته ٥٠٥م ولدة ثانية واحدة نجد أن التحول لم يتم بعد ويمكن التحقق من ذلك بطش المينة في الماء وفحد التحت المجر دجم أن جميع مقطع المينة من تكويس للمارتديت نتيجة الطش بالماء أي أن المينة من تكويس ماترال تعلى الملش بتكوين الاجستان دون بدء أي

وفحصها بالمجبر أن مقطع العينة خايط من البينايت من المارتنسيت العالي الصلادة extreme hard V عنديد والكربون T.T.T. curves تكوينات السوربايت Sorbite المديد والكربون

والمارتنسيت مما يدل على انه تم بعض التحسول الى تكوينات اخرى اقل صلادة لاعطاء نوع مسن من الأوستينايت الى الباينيت في حمام الرحام الرحام المامات toughness فنجد انه في باقي الاوستينايت تحول الى المارتنديت اثناء الدائس عمليات المراجعة عند درجة حرارة ٤٠٠هم تظهر بالماء ، ويمكننا بتكرار هذه العملية وتحليل النتائج تكوينات التروستايت Troostite بينما المجهرية تعيين أزمنة ودرجات حرارة التحسولات اذا تمت المراجعة عند درجة حرارة ٦٠٠هم تظهر

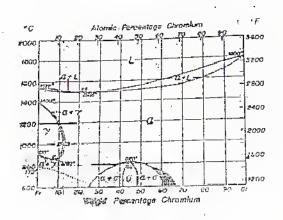


نسکل رقم (۷۵)

كما أن هناك تكوينات أخرى غير الباينيـــت والمارتنميت والتي لاتظهر في مخطط الاتـــزان المراري (التبريد أو التسخين الماية في البطيء) ولكن تظهر في معدلات التبريد السريعة في المعاملات الحرارية ففي عمليات المراجعة Tempering والتي نتم بعد عمليات الطش في الماء لتحول بعض ايضا التحكم في الاوجه phase والحصول

تأثير أضافة السيائك الى الدديد النيكل والكروم والمنجنيز والسليكون وخلافــــه نستطيع الحصول على تحسن جيد في المواصفات الميكانيكية حسب نوع العمل المطلوب كما يمكننا





شكل رقدم ٧٦

غمثلا النيكل والمانجنيز والكربالت والنحاس نجدد درجة حرارة ٨٤ كما بالشكل (٧٦) -انها ترخع درجة 44 وتخفض درجة حرارة Ai الفحص المجهري لعينات الحديد الكربوني وتجعل من تكون Austenite نابت في الشكل التالي (شكل رقم٧٧) جزء من مخطط

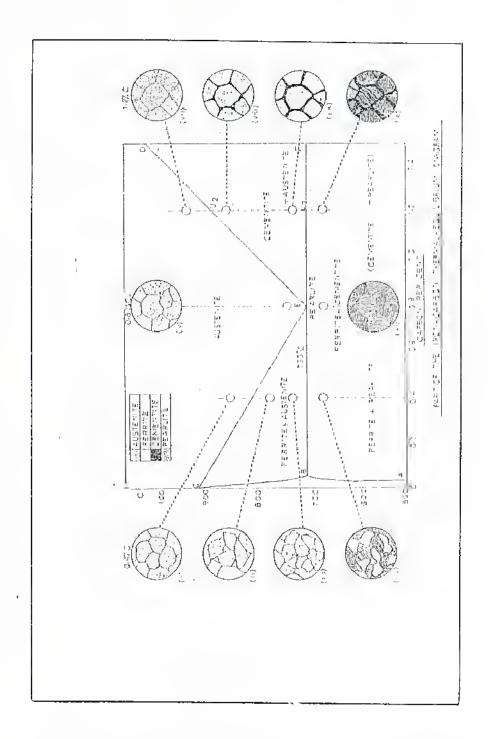
على صلب أوستيبيتي Austenite phase أو تكون الفيرايت (حر) Perrite ثابت في درجة Ferrite phase ف درجة حرارة الغرف ــة حرارة الغرفة ويرغم درجة حرارة ويخفض س

Alomic Percentoge Nickel

. Weight Percentage Hickel

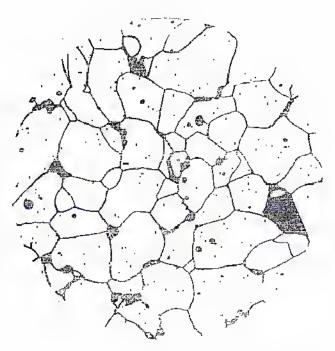
درجة حرارة الغرفة في حين أن الكروم والتنجسانين الحديد والكربون ومي المنطقة التي تتمفيها الماملات والفانديوم والمولبدنيوم والالنيوم والسيليكون بؤثر الحرارية مكما يوضح الشكل التراكيب المفتلف ف تأنير عكسى على مخطط الاتران الحراري بحيث يجعل حسب درجة الحرارة وتركيز الكربون في العينة •

(WV)



وفيما يلي دراسة مفصلة ليعض عينـــاتالحديد الكربوني كما تظهر تحت المجهر واستنتاجات

No. 1.



Material:

Hot-rolled carbon steel.

Analysis:

C (carbon) = 0.05% 51 (silicon) = 0.01% Mn (manganese) = 0.27% 5 (sulphur) = 0.030% P (ahosphorus) = 0.090%

Hamiltonn

un poka - the (Wichers hardness in kerman).

Specimen preparation:

Wet grinding, diamond polishing and atching in a 3% concentrated nitric acid solution in alcohol (3% nital).

Magnification:

700 x.

Structure constituents:

Ferrite with small quantities of pearlite and some slag. Ferrite is a line with very low carbon content, and pearlite is a lamellar aggregate of ferrite and cementite (cementite = iron carbide = Fe₃C).

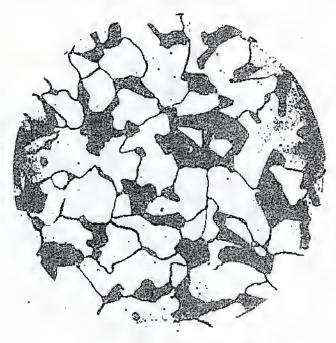
Remarks:

The carbon content of the steel is below 0.85%, which is the eutectoid composition, and it is therefore termed hypocutectoid steel.

The steel is unkilled and the phosphorus content is very high. The steel is a basic bessemer steel.

شکل رضم (۸۸)





Material:

Hot-rolled carbon steel.

Analysis:

(carbon) = 0.15%S1 Silicon) = 0.30%Mn (manganese) = 0.70% S sulphur) = 0.030% (phosphorus) = 0.035%

Hardness:

 $HV_{30kg} = 155$ (Vickers hardness in kg/mm^2). Same as for No. 1.

Specimen preparation: Magnification:

700 x.

Structure constituents: Ferrite and pearlite. The pearlite proportion in the steel grows with increasing carbon content, the carbon being bound themically in the form of cementite (Fe3C), which together with ferrite forms pearlite. (Only minute forms pearlite. (Only minute quantities of carbon can be dissolved

in ferrite, 0.02% being the maximum).

Remarks:

The steel is a hypocutectoid steel. It has been killed with silicon before

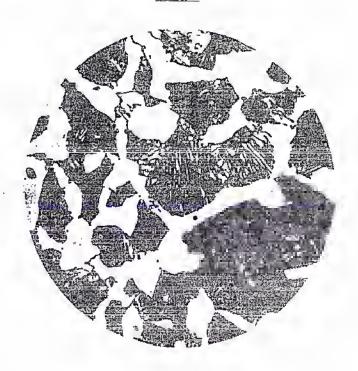
teeming.

As indicated by the clean ferrite grains, the slag content of the steel is low.

شکل رقم (۷۹)



No. 3.



Material: Hot-rolled carbon steel.

Analysis:

C (carbon) = 0.50% Si (silicon) = 0.30% Nn (manganese) = 0.70% S (sulphur) = 0.035% P (phosphague) = 0.030%

HV 30kg - 204 (Victors hardness in kg/mm²). Harangas:

Specimen preparation: Same as for No. 1.

Magnification: 700 x.

Structure constituents: Pearlite and ferrite.

Remarks:

The steel is a hypocutectoid steel. It has been killed with silicon before teeming. The lamellar structure of the pearlite is plainly visible.

نسکل رقسم (۸۰)

<u>No. 5.</u>



Material: Hot-rolled carbon steel.

Analysis: = 1.35%

(carbon) (silicon) Si = 0.13% Mn (manganese) = 0.11% S (sulphur) = 0.024% P (phosphorus) = 0.022%

 $HV_{30kg} = 311$ (Vickers hardness in kg/mm^2). Hardness:

Specimen preparation: Same as for No. 1.

Magnification: 700 x.

Remarks:

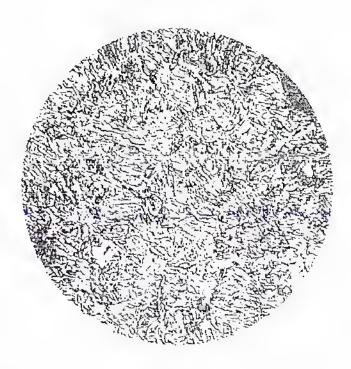
Structure constituents: Pearlite and cementite network.

The network of cementite which is formed in the boundaries of the austenite grains when the steel is cooled from the rolling-temperature

makes the steel brittle.
The steel has a hypereutectoid composition. It has been killed with silicon before teeming.

نسکل رقسم (۸۱)





Material:

Hardened carbon steel.

Analysis:

C (corbon) = 0.50% S1 (silicon) = 0.30% Fur (manganese) = 0.70% S (sulphur) = 0.035% P (phosphorus) = 0.030%

Hardness.

119 776.5. The (viewed includes to ${\rm E}_{\rm H}/{\rm mat}$).

Specimen preparation:

Same as for No. 1.

Magnifleation:

700 x.

Structure constituents: Martensile.

Martensile is a solid solution of carbon in heavily deformed a (alpha)iron, and is characterised by its

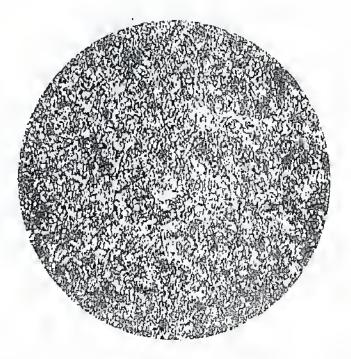
needle-like appearance.

Remerks:

The steel is quenched from $\% h0^{\circ}\text{C}$ (1544°F) and cooled in salt water.

نسكل رشم (۲۸)

No. 7.



Material:

Hardened carbon steel.

Analysis:

C (carbon) = 1.02% Si (silicon) = 0.20% Mn (manganese) = 0.40% S (sulphur) = 0.030% P (phosphorus) = 0.020%

Hardness:

 $HV_{30kg} = 958$ (Vickers hardness in kg/mm^2).

Specimen preparation:

Same as for No. 1.

Magnification:

700 x.

Structure constituents:

Fine martensite and carbides.

Remarks:

The steel is quenched from 775°C (1427°F) and cooled in salt water. The hypereutectold carbon steels are not heated to full austenitising temperature in the hardening, but only to about 775°C (1427°F). The cementite is therefore not dissolved completely, and remnants in the form of grains are seen in the martensitic matrix. As, however, the hardness of the cementite is higher than that of the martensite, the aggregate hardness is not affected in the negative direction.

ئسكل رقسم (٨٣)

No. 8.



Material: Hardened carbon steel.

Analysis: C (carbon) Si (silicon)

 $W_{\frac{1}{2}CMM} = 51%$ (Wichers hardness in Agence). Hardness:

Specimen preparation: Same as for No. 1.

Magnification: 1400 x.

Structure constituents:

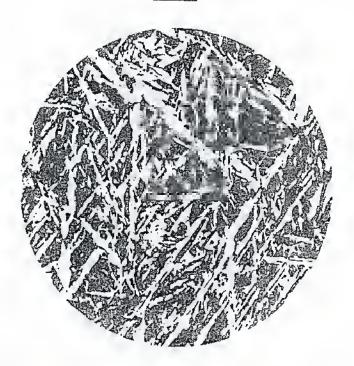
Martensite and troostite.
Troostite in a very finely lamellar pearlite which frequently precipitates into a rosette-like pattern.

Remarks:

Troostite is formed in the temperature range 700-500°C (1292-932°F) by comparatively rapid cooling. The troostite is softer than the martenaite. and it is therefore not possible to obtain full quenching hardness when troostite occurs in the abructure.

شدتك رضم (١٨٨)

<u>No. 9.</u>



Material: Hardened carbon steel.

Analysis:

C (carbon) = 1.50%
Si (silicon) = 0.25%
Mn (manganese) = 0.35%
S (sulphur)
P (phosphorus) not stated

 $HV_{30kg} = 783$ (Vickers hardness in kg/mn^2). Hardness:

Specimen preparation: Same as for No.].

Magnification: 700 x.

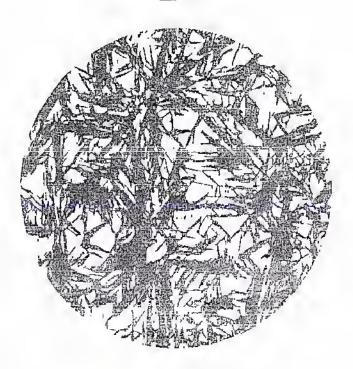
Very coarse, tetragonal martensite (light) and large quantities of retained austenite (dark). Structure constituents:

Remarks:

The steel is quenched from 1000°C (1832°F), i.e. from too high a temperature. There is a great risk of the occurrence of quenching cracks.

شسکل رقسم (۸۵)

No. 10.



Material:

Hardened carbon steel.

Analysis:

C (carbon) = 1.50% Si (sillon) = 0.75% An (manuscase) = 0.55% S (culpur) not stated

Harddess:

 $\mathrm{HV}_{\{O^{h}f\}} = \mathrm{tri} \left(\text{triangle} \left(\text{triangle} \right) \right) \cdot \frac{\mathrm{triangle} \left(\text{triangle} \right)}{\mathrm{triangle}} \right).$

Specimen preparation:

Same as for No. 1.

Magniflestion:

700 g.

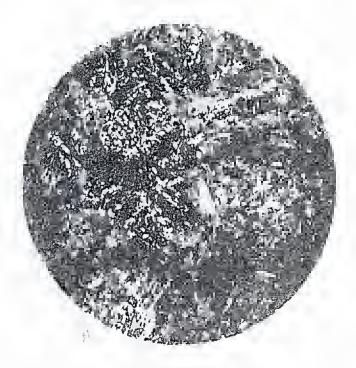
Structure constituents: Very coarse, cobic markensite (mark) and large quantities of retained mustenite (light).

Remarks:

Same treatment as for Mo. 9, but, in addition, tempering at 200°C (582°F) for half as how.

نستل رقيم (٨٦)

No. 11.



Material:

Hardened carbon steel.

Analysis:

C (carbon) = 0.70%
SI (silicon) = 0.30%
Mn (manganese) = 0.40%
S (sulphur) = 0.030%
P (phosphorus) = 0.030%

Hardness:

 $HV_{30kg} = 725$ (Vickers hardness in kg/mm^2).

Specimen preparation:

Same as for No. 1.

Magnification:

700 x.

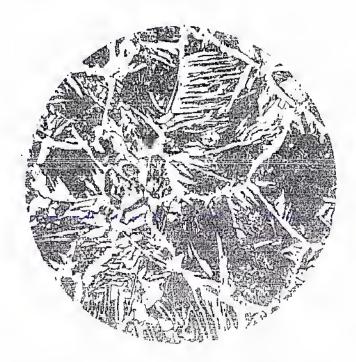
Structure constituents: Martensite with quenching cracks.

Remarks:

Quenching cracks may arise, for instance, because of wrong treatment of the steel in the quenching, wrong design or choice of the wrong steel.

ئىسكال رخسم (۸۷)

No. 12.



Material:

Overheated carbon steel.

Analysis:

 $= \begin{array}{l} 0.57\% \\ = 0.24\% \\ \sim 0.74\% \end{array}$ C (carbon) Si (silicon) ## (wanganese) = 0.74% 0 (sulphur) = 0.0265 p (phosphorus) = 0.052%

Hardinges!

 $W_{3000} = 1/6 \text{ (Wires tarrest)} \text{ kg/mm}$).

Specimen preparation:

Same as for No. 1.

Magnification!

300 X.

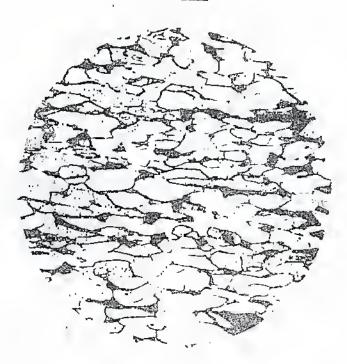
Structure constituents: Ferrite and pearlite. Widmannstätten structure.

Remarks:

The structure is, inter alia, characteristic for steel which has been heated to high temperatures. The structure is very coarse (note the low magnification), and consequently the steel becomes brittle.

شسکل رقیم (۸۸)

No. 14.



· Material:

Cold-worked carbon steel.

Analysis:

C (carbon) = 0.15% Si (silicon) = 0.30% Mn (manganesc) = 0.70% S (sulphur) = 0.030% P (phosphorus) = 0.055%

Hardness:

 $HV_{30kg} = 242$ (Vickers hardness in kg/mm²).

Specimen preparation:

Same as for No. 1.

Magnification:

700 x.

Structure constituents:

Longish ferrite and pearlite grains.

Remarks:

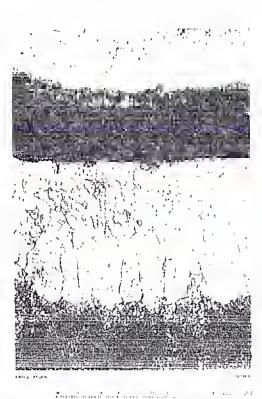
Reduction grade = 50%. By cold-working, the crystal is greatly deformed and heavy stresses are set up in the steel. The stresses manifest themselves in an increase in hardness (commare the hardness with that of No. 2). After a certain reduction the steel should therefore her exposed to a inter-annealing (recrystallization) before further cold-working can take place.

نسكل رشم (٨٩)

اذا ما تعرضت لجهود خارجية والشكل التالي يُبدين صورة مجهرية لوصلة لحام بين حديد كروم، نيكل، مولبدنيوم (منخفض الكربون) وحديد أوستينتيني عيوب اللحام كما تظهر تحت الفحص المجهري عند وصل قطعتين من الحديد احدهما حساب عالي الكربون والاخر منخفض الكربون بواسسطة



- Photomicrograph of cross section of heat resistant alloy alter mild corrosive attack. Although primary and secondary carbides appear throughout, they do not appear in the arriace zone because of december in the a



the admiral to J. o., La street (1994) Enlargement + 100

نسائل رنسم (۴۰)

عالي الكربون ويظهر فيه انتقال الكربون السبى المديد الاوستينتيني (الجزء العلوي) واعادة التبلور وكبر هجم البلورات في الحديد (منخفض الكربون) وكذا يظهر نهاية شق في المعدن نتيجة الزحف ع

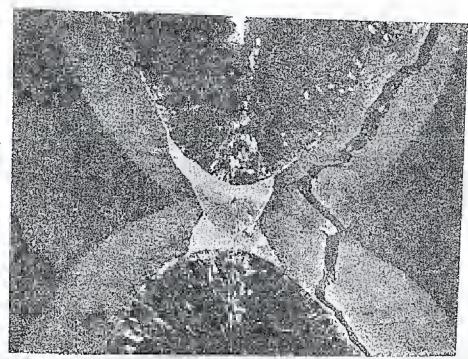
كما تبدو نفس الناهرة السابقة في الشكك

اللحام ، واذا كان مجال عمل هذه الوصلة في درجة حرارة مرتفعة فيمكن حدوث ظاهرة ازالة الكربسون واعادة التبلور decarburized and recrystallized ويحدث هذا في المنطقة الملاحقة مباشرة لمعدن اللحام في القطعة منخفضة الكربون مما يجعل الوصلة ضعيفة

وكمية العناصر المكونة للكربيدات ومعدل الانتشار

ومن الشاكل الملازمة لعمليات لحـــام بعض العالية ثم يتبعه اعادة التبلور وعادة ينتقل الكربون أنواع السبائك خاصة ذات السمك العالي حدوث الى المناطق ذات التركيز العالى للكربون حيث تريد الشيقوق المجهرية على حدود البلورات في منطقــة امكانية اذابته وعموما تعتمد الحالة على تركير التأثير الحراري heat effected zone بشكل الكربون في القطعتين وقابلية الذوبان للكربونوطبيعة منعامد مع اسطح التداخل للحام كما في الشكل (٩١):

النَّاني في وصلة لحام بين هديد ١٢٪ كروم وحديد كربوني اعتيادي وفي هذه الحالة يحدث از الـــة ودرجة الحرارة والزمن • الكربون بواسطة الانتشار في درجات المسرارة



Transverse section of an austenitie weld in a base metal of low-alloy steel. 2X-Note-crack in heat-affected zone of parent metal. Macroetched electrolytically in chromic (acid-as described. (Courtesy of U.S. Steel Corp. Research Lubocatory.)

شکل رقم ا

ثامنا : ((الاختبارات الميكانيكية) اعــداد المهندس / على احمد مصطفى

تعتبر الاختبارات الميكانيكية من الفحوسات المتلفة للمعدن ولكنها تمثل اسلوب هام من اساليب الفحص اذا اريد التعرف التام على خصائص المعدن المكانيكية بصورة واضحة •

Stress and Strain الحهد والاجهاد

يعرف الجهد Stress بانه مقدار كثافة توزيم القوى والتي تقاوم التغير في شكل الجسم ويقاس الجهد بمقدار القوة Force علـــــى وحدة المداحة وحسب النظام المتري فان الجهسد يقاس بالنياء غرام على السنتمتر المربع ومناك اللاثة انواع اساسية للجهد هي :ــ

حهد الشد Tension Stress جهد الضغط Compression Stress جهاد القلس Shear Stress

ويعرف الإحداد Strain بأنه نسبة تفسير البلول إو النجم إلى اللول أو النجم الاستطى مقطمة (س) وطوله (ل) وكانت الزيادة في الطبول لتأثير القوة هي ۵ل فأننا يمكن حساب مايلي : ــ

الرونسة Elasticity

هي قابلية المادة للتغير في الطول او الشكل deformation نتيجة قوة خارجية ـ ميكانيكية او حرارية او غير ذلك مع عدم الاحتفاظ بتغير دائم permenant set بعد ازالة القوة الخارجيــة المؤثسرة

اللدونية Plasticity

مى قابلية المادة للتغير في الطول او الشكل نتيج غوة خارجية وبدون كسر مع الاحتفاظ بهدذا التغير بعد زوال تأثير القوة الخارجية •

قابلية الطرق والسحب Ductility

هي صورة اخرى من صور اللدونة او يومت المعدن بانه ductile اذا تحمل مقادير كبيرة من التغير في الشكل بواسطة الشد او السحب بدون

مقاومة التغر في الشكل Stiffness

مي عقيلس اجرل التذير في اللكل الترجة أريادة فاذا اثرت قوة (ق) على قضيب من المعدن مساحة الحمل أو القوة في المدى المرن وتعتمد مقدرة المعدن لامتصاص الطاقة المرنة على كل من متانة المسدن strength ومقارمة التغير في الشكل stiffness وتقاس Stiffness بمعدل التغير في الجهــــد Stress بالنسبة للتغير في الأجياد Strain وعليه يكون المعدن اكثر مقاومة للتغير نمي الشكل Stiffness اذا احتاج الى جيد اكبر لأعطاء اجهاد يقيمة معينة ،

طاقة الخرن Resilience

هي مقدار السعة للطاقة في مجال المدى المسرن Elastic Range أو إمننى أخر هني مقدار الطاقة المخزونة في المعدن حتى نقطة انتهسسا، المرونسسة

Elastic Limit ويمكن المحدول عليها مرة الخرى عند رفع القوة وهي عامل مهم في حسناعة النوابض Springs ويعرف معامل طاقة الخزونة في Modulus of resilience بمقدار الطاقة المخزونة في وحدة الحجم من المعدن في المدى الرن •

طاقة الكسر Toughness 3

مي الطاقة اللازمة لكسر المعدن و معامل طاقة الكسرModulus of Toughness الكسرModulus of Toughness اللازم لكسر وحدة الحجم للمعدن تحت حمسل

Strength a....itil

تعرف متانة المعدن بانها اقصى جهد انحه لل المعدن حتى الكسر وترتبط متانة المعدن بنوع الجهد سواء كان شد لو ضغط او قص او كلل ٠

Tension Strength مثانة الشدد Compression Strength مثانة الخداء Shear Strength مثانة القدس Fatigue Strength مثانة الكال

المسلادة Hardness

بع به مقاومية الخدنيين - Scrutch hardness

ك حقاومة التآكل بالاحتكاك Wear hardness و حمقاومة القطم Machinability hardness

هاوهاد الهشاشة Brittleness

مي عكس خاصية تابنيه الطرق المدكورة اعلام ويوصف المعدن بانه مش اذا انكسر بدون استطالة تذكر مثل الحديد الصب .

Fatigue J KII

ظاهرة انهيار المعدن تحت تأثير جهود متغيرة الانجاه سواء كانت جهود المنىBending stresses أو جهسود أو جهسود اللي Torsion stresses أو جهسود الشد والضغط بمقادير صغيرة لاتصل بالمعدن السي نقطة الخضوع yield point

الزحسف Creep

هي ظاهرة تمدد المعدن او انهياره بدون تحميل يذكر نتيجة التعرض المعدن الى درجات حرارة عالية ولفترات طويلة .

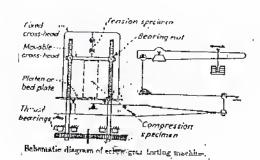
الانبماج Buckling

هو انهيار المعدن نتيجة لتأثير قوى المسغط على اعمدة ذات طول كبير نزيد من تأثير القسوى الجانبية وتصل بالمعدن الى الانهيار بجهود اقسل كثيرا من متانة المعدن •

فيما سبق تعرضنا لتعريف بعض الخصائص الميكانيكية للمعادن ولقياس هذه الخصائص يلزم اجراء بعض الاختبارات وحسب نوع الاختبار يمكننا التعرف على خاصية او اكثر مسن خصائص المعدن وفيما ياي بعض هذه الاختبارات •

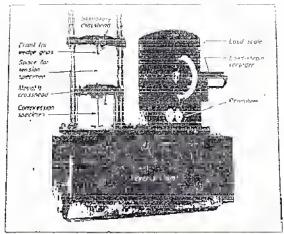
1 ـ اختبار الثد Tension Test

هو اشهر اختبار في الاختبارات الميكانيكيسة ويمكننا من التعرف على خصائص كثيرة للمعسدن وفيه توضع عينة الاختبار تحت تأثير قوى الشمسد وترسم العلاقة بين قوة الشد والاستطالة في العينة ويفيد هذا المنحنى Carve في تحديد كثير من الخواص الميكانيكية - كما أن هذا المنحنى يمثل العلاقة بين الجيد Stress والاجهاد Strain



نسکل رقسم (۹۳)

الاستطالة (ع) ٪ معامل ثابت = طول المينة (ل)



Cataway view of severy gear universal two bips with possibilitin weighing system, (Caustery of Tonne-Obsa Testiny Machine Co.)

ماكينات اختنار الشد

مناك عدة تصاميم لماكنات اختبار الشـــــ، الميكانيكي ومنها الهيدروليكي كما بالرسم ستل رقم -: (9T)

نسكل رقم (٩٤)

عنسات الاختسسار

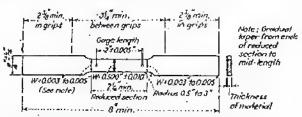
المقطع حسب شكل الخام الماخوذة منه العينة وتنص العينة في انجاه Rolling ونكون مقاساتها كمــــا يلى حسب مواصفات .A.S.T.M

عينات الشد قد تكون مستديرة او مستطيلة المراصفات للعينات الملخوذة من الالواح ان تقطع

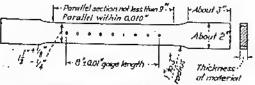
Minimum rection recommended by in, but not less than by in, permitted a 51001 er (0003 to 0005 2 2 acas "

A. Standard round specimen with Zin. gage length

-90 Kin -



B. Standard rectangular specimen with 2 in, gage length for testing metals in form of plate, sheet, etc. having thicknesses 0.01 in, or greater and less than 0.50 in,



C. Standard rectangular specimen with 8-in. gage length for testing metals in form of plate, chape, ste. having thicknesses of Ye in. or over

ACTAS standardized forms of (duetile) metal tension-test specimens (ASTM

الدستطالية ۵ ل الدمهاد ع

شکل رقسم (۹۲)

يلاحظ أن منحني اختبار الشد يبدأ بخدط مستقيم OA ويمثل هذا الجزء المدى المرن للمعدن Elastic Range وفيه ترتبط علاقة الجهدد بالاجهاد بعلاقة خطية وحسب قانون هوك Law المدى المرن يتناسب الجهدد مع الاجهاد

مامل ثابت – الجند الاجهاد

ان معامل ثابت هذا الفانون هو ما یســـمی بمعامل بانج او معامل المرونة ٤٠

ما يتراوح بين الرقم (10"p:si) E -30×10"p:si)
ويتصح من الرسم السابق ان معامل يانج يمثل ميل
الخط المستقيم في منحنى الجهد والأجهاد (المدى

نسبة بواسون Poisson's Ration لقد اظهرت النجارب الله عند المتطالة المينة في الشد نانه يتبع ذلك انكماني في الجوانات Lateral

contraction ونسبة بواسون هي نسبة وحدة الانكماش في الجوانب الى وحدة الاستطالة • وحدة الانكماش الجانبي

وحدة الاستطالة

ولقد اثبت بواسون بواسطة نظرية التسركيب الجزئي molecular theory of structure ان هذه النسبة تساوي ٤/١ في المعادن Isotropic

material وهو ما اثبت عمليا بواسطة القياسات الدقيقة وبالنسبة للمديد الصلب المستعمل في الانشاءات فقد وجعت نسبة بواسون حسوالي (٣٠٠) وبمعلومية معامل المرونة ١٤ ونسسبة بواسون علم لمعدن معين يمكننا بسهولة تعيدين المتغير في المقاسات او الحجم والمحجم والمستعدد المعادد المحجم والمحجم و

فاذا كانتعينة بطول (ل) ومساحة المقطع (س) مان حيم الحينة حسل ، وبعد شد العينة فان دلول العينة يصبح لدال (+ E) ومساحة المنطح سر، - س (+ - = 2 مر)

ریصبح المجم ح'= سال (E+1) ویصبح المجم ح'

وحیث آن E صفیرة جدا بالنسبة للوعده A B میل B میل B B میل B میل B میل B وعلیه یکون التغیر فیالدجم A B میل B میل B B میل B B میل میل B میل B میل میل B میل B میل میل B میل میل B میل میل B میل م

∑ ويصبح التغير في وحدة الدجوم ــــــ = ∑

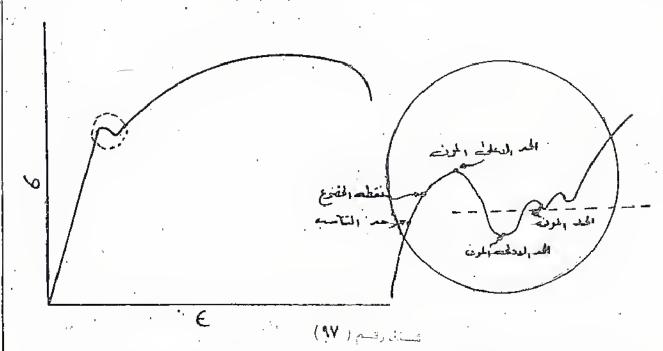
(/4 x - 1) E =

وحيث ان المحدنُ لاينقدس في الحجم نتيجة عملية الشد فاننا نتوقع دائما ان نكون نسبة بواسون اقل من به وهناك بعض المواد مثل المطاط تكون نسبة بواسون له تقريبا = به وييقى حجم العينة ثابت بعد الشد في حين انه في بعض المواد الآخرى مثل الخرسانة والفحم نجد ان حجم العينة يزداد قليلا بعد عملية الشد ويمكن اعتبار نسبة بواسون للخرسانة عملية الشد ويمكن اعتبار نسبة بواسون للخرسانة عملية الشد ويمكن اعتبار نسبة بواسون

واثبتنا انها علاقة خطية تتبع قانون هوك غير انمه عند حد معين يفقد المعدن علاقة التناسب بين الجهد والاجهاد وبيدا المعدن في الخضوع تحت تأتسير القوة او بمعنى آخر يبدأ المعدن يفقد انزانه ومقاومته لتأثير القوة ويستجيب لها ولذلك نلاحظ انحسراف مباشر عن الخط المستقيم في

حد التناسب Proportional Limit

مي نقطة نهاية الخط المستقيم الذي يربط علاقة الجهد بالاجهاد



متانة الخضوع Yield Strength

وضحنا من قبل انه في تجربة الشد نستطيع رسم العلاقة بين الجهد والاجهاد وذلك بزيادة الحمل بصورة تدريجية واستطعنا الحصول على علاقـــة بين الجهد والاجهاد في المدى المرن Elastic range

نقطة الخفوع Yield Point

مي النقطة التي يبدأ فيها المحدن الخضوع تمت تأثير قوة الشد ·

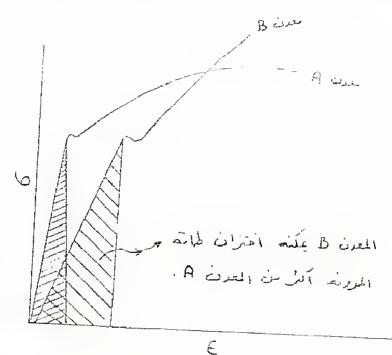
من دراسية المسادن والفحدس المجهري نستطيع تفسير ظاهرة منحنى الجهست

والاجهاد ويمكن القول انه في المدى المرن يكـــون تأثير المتوة على بلورات المعدن وعلسي قسوى التماسك بين البلورات والجزيئات وتستجيب هدذه والاستطالة ــ ولكن عند وصول المعدن لنقطـــة الخضوع Yield point فانه يتواجد في المعدن منطقة فسيفة يبدأ عندها انزلاق باوري وعندماينتمي هذا الإنز لاق د. دأ المعدن منجديد في تحمل لقوى الشد ويبدأ انزلاق بلوري جديد في منطقة ضميفة اخرى وهكذا ويتم ذلك بصورة متقطعة وهو ما يفسسر ارتفاع محدود للجهد ثم هبوط فجائي ثم ارتفساع جديد وهاذا وكل هذا يحدث في منطقعة نقطعه الخضوع وتسمى اعلى غيمة لنقطة الخضوع بالحد الاعلى المرن Upper Elastic Limit واقل قيمـــة لنقطسة الفنسوع بالتسدد الادنسسي المدرن Lower Elastic Limit وأن متوسداً عدم الميسم

وهو مايمرف Elastic Limit وقيمة الجهد المناظر لهذه المنطقة هو مايعرف بمتانة الخضوع او بمتانة الحد الرن Elastic Strength or Yield Strength من المناقشة السابقة نستطيع القول بان نقطة الخضوع وحد النتاسب والحد المرن هي في الحقيقة قيم متجاورة ونستطيع من الناحية العملية اعتبارها نقطة واحدة او ان يعبر احدها عن الاخـــر وان اهتمامنا ينصب اخيرا على جهد الخضوع أو جهدد الحد المرن وعلى اساسه يعتمد المسمم بأخسسة اعتبارات التصميم •

طاقة الفرن Resilience

الأتباك أن استخدامنا المعادن يندور بصورة مَارِية في المنطقة المرنة Elastic Range ونستطيع الآن التعرف على المحدن الذي يمكنه اختزان الملابة بصورة اكبر من دراسة مندني الجهد والاجهاد في المنطقة المرنة حسب الشكل رقم (٩٨) ٠

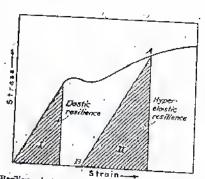


شکل رقم (۸۸)

تعرف elastic resilience ويمكن حسابها لوحدة الحجوم عند الحد المسرن.

وهي تساوي مساحة المثلث تحت نقطة حد المردمة . أما في المنطقة اللدنة plastic غانه أذا أزيال ومنطقة اللدونة plastic range كما بالشكل

والطاقة المعادة من الجسم في المدى المسرن اثر يذكر للمرونة elasticity وعليه يمكسن تقسيم المساحة تحت مندني الجهد والأجهاد الي فلائة مناطق : منطقة المرونة elastic range ومنطقة المرونة _ اللدنة elastic-plastic range



رقم (۱۰۰) ۰

199 18-11.

الحمل عند نقطة A فانه يبقى في المعدن الأجهاد OB او ان المنحني يبدأ من النقطة B عند اعادة التحميل ويتضم من ذلك ان المسلحة ١٦ تمثل تيمة طاقة الخزن في المنطقة اللدنة وتسمى هذه بـ hyper clastic resilience غير انه بعد نقطــــــة

ultimate strength نجد أنه لأيبقي في المعدن

تميين جهد الخضوع عند اجهاد محدد توجد معادن او مواد كثيرة لاتظهر نقطة خضوع واضحة مثل الحديد المسبب C.I. او المطاط ولذا نضطر الى توحيف جهد النفضوع عند نسبة معينة من الاجهاد مثال جهد الخضوع

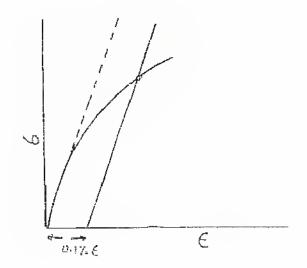
> ultimate strength Ø elastic. range

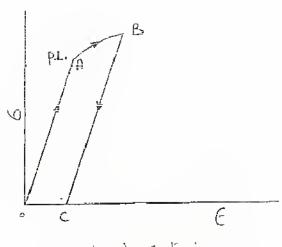
شــکل رقم (۱۰۰)

عند ١ر٠٪ او ١ر٠٪ أجهاد مصوب لطول العينة اي زيادة في حين أنه أذا زاد التحميل وتعدى حد كما بالشكل رقم (١٠١)

النتاسب Proportional Limit فانه اذا ازيلت تعيينها بمسافة OC برسم خط موازي لــ OA

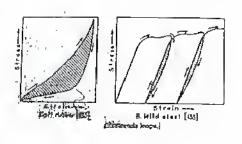
التناسب . P.L فانه تحدث استطالة ثابتة في كما يلاحظ انه في المنطقة المرنة وحتى حد العينة Permanent set وتكون بقيمة C ويمكن المقوة المؤثرة تعود العينة الى طولها الاصلي بدون من نقطة ازالة القوة B واذا حمل المعدن مرة





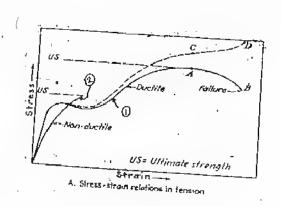
نستل رقسم (١٠١)

اخرى فان منحنى الجهد والاجهاد يبدأ من النقطة كالمعنى المعرف بخاصية التخلف Hysteresis كما بالشكل رقم (١٠٠):



شکل رقم (۱۰۲)

اقصى متانة وجهد الكسر
Ultimate Strength and breaking Stress
بعد نقطة الخضوع يبدأ المعدن في الانهيار
السريع ويلاحظ استجابة المعدن العالية لتأثير القوة
او انه يحدث استطالة بمعدل كبير في العينة بدون
زيادة تذكر في القوة المؤثرة كما بالشكل رقم (١٠٣)٠



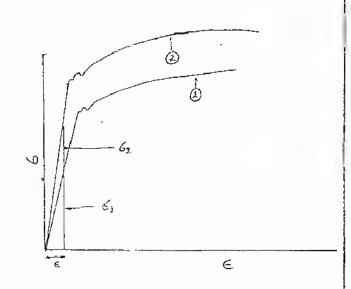
شتل رشم (۱۰۳)

بعد ذلك يأخذ المنحني في الارتفاع غليلا ننيجة انسياب المعدن Cold working النسياب المعدن المعدن Cold working اقتصى جهد يتحمله المعدن المعدن النقطة يلاحظ تكون رقبة بالعينة neck وتندمر الاستطالة اللدنة Plastic Flaw الى ان يصل الى نقطة الكسر (Borcaking strength (B) بائه اقصى متانة ultimate strength المعدن محسوبا على اساس بائه اقصى جهد يتحمله المعدن محسوبا على اساس مساحة مقطع العينة قبل بدء التجربة او انسسه الجهد الذي يسبب انهيار (كسر) العينة م

وفي الشكل السابق يلاحظ المندني رقم. آ يمثل معدن ductile والمنحني رقـم 2 يمثل معدن non-ductile وعلى المنحني رقم ١ تمثل النقطة ٨ اقصى متانة بعد ذلك يتناقص الحمل نتيجة الانكماش في مساحة المقطع • اما اذا حسب الجيد على اساس مساحة المقطم الاني اثناء اجراء الاختبار فائنا نحصل على المنحنى المنقط وديه يرتفع الحمل الى نقطة الكسر D وأحيانا يسمى هذا المندني المنقط بالمندني الحقيقي الجيسد والاجهاد True-stress-strain وني الحقيقة هانه في المنطقة CD لا يمكن اعتبار الأمر كذاك حيات لا تكون القوى المؤثرة مي فقط قوى السد والن تدخل اجهادات جانبية مركبة نتيجة الانسياب الشديد في المعدن . وعليه يفضل دائما الحصول على المنحني العملي للجهد والاجهاد ــ محسوب خطي إساس مساحة القطن الابتدائية قبل بدء الاحتبار والمبار أن النقطة A هي جهد الثانة للمعدن -

التعرف على بعض الخواص الميكانيكية من منحنى الجهد والاجهاد

مقاومة التغر في الشكل Stiffness

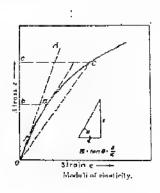


شحسكل ردحم والا

المنابع القول فأن الد Ediffman عدمه

علامه التعبر النسبي في النسط نحت علي الدمسل وساس بمعدل التغير في الجهد عند ثارت الإجهاد . فالمعدن الذي يتطاب جهد اكبر لاعطاء اجهاد معسين يكون اكثر مقاومة للنغير في التسلق المعان المعان المات الله المات كل السابق نرى أن أأعدن و أسائح الى جهد أكبر و كما بالشسكل السابق نرى أن أأعدن و أسائح الى جهد أكبر و كم من جهد المعدن (1) و لاعطاء نفس الإجهاد و مما سبق نستطيع القسارل أنه في ألمدى المرن elastic range غان معامل الرومة أنه في المدى المرن Modulus of elasticity (E) خامسة خامسة المعارة أدق من تعبير عسن خامسة المعارة أدق من تعبيره عسن خامسة المعارة أدق من تعبيره عسن خامسة المعارة أدق من تعبيره عسن

خاصية المرونة وكما يوجد ثلاتة جهود اســـاسية هي جهود الشد والضغط والقص



شــكل رنسم ٥٠٠

Modulus of Rigidity كالمنسادة

عناك بعض المعادن لا تكون مرنة تماما حتسى في الاحمال الصغيرة imperfectly elastic

ويعدلي منحني الجهد والإجهاد لها منحنى مقدوس بدلا من الخط المستقيم في بداية التحميل ومثل هذه المعادن تضطرنا لاختيار معامل المرونة بصورة حاصة سل معامل انتماس الاولىInitial Tangent modulus ريعرف بميل خط التماس عند بداية منحني الجهد والاجهاد او به عامل التماس عند جهد معيز Modulus at Stress Tungent -B.

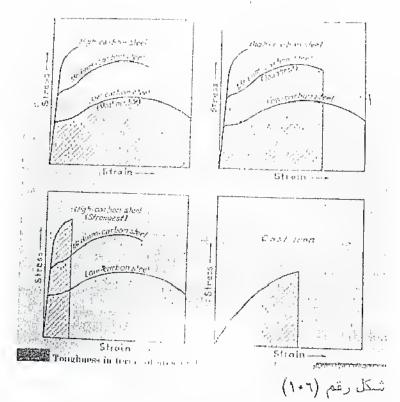
تعرف بعد قيمة stiffness في المدى اللــدن وتتضح اهمية Toughness في المعادن المتعرضة stiffness ہتعریف stiffness ولو انه مستخدم فقط في تحميل الحنى bending . واخيرا فان Stiffness or rigidity or Flexibility مثانة الضغط Stiffness or rigidity or Flexibility لجسم او منشأ يرتبط ايضا بمتاسات وتسددل المنشأ اضافة الى خواص المعدن •

طاقة الكب Toughness

plastic range واحيانا تعرف عكس الاجهدادات عالية واجهادات تصادمية قد تصل بالمعدن الى اعلى من جهد الخضوع •

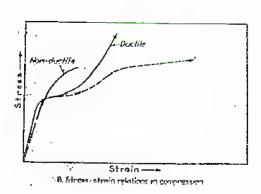
۲ ــ اختبار الضغط Compression Test

هو اقصى جهد يتحمله المعدن من قوى الضغط ويماثل منعنى الجهد والاجهاد للعديد تتريبا شكل منحني الجهد والاجهاد في اختبار الشدوفي المسادن مثلقة الكسر Toughness هي الطاقة اللازمة التحسينة brittie ينهار المحدن بالكسسر في.



لكسر المعدن وتقاس بمقدار الشغل لوحدة الهجوم اختبار الضغط في حين انه في المعادن ductile

اللازمة لكسر المعدن تحت تأثير قوة استاتيكية ومن يكون من المناسب تحديد قيمة اختبارية باعتبار أن ذلك يتضح أن المساحة الكاملة تحت منحني الجهد انهيار المعدن يتضمن تغير في شكل العينة وزيادة في رود دب - تمثل طاقة الكسر كما بالشكل رقم (١٠٦) : مسلحة المقطع بصورة كبيرة ، وفي اختبار الضغط

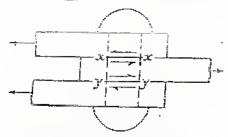


المستال رشم (۱۷۰۷)

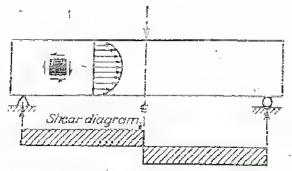
٣ ــ اختبار القص

Shearing Stresses تنشأ جهود القص مسلحة مقطع العينة بحيث تكون المسافة بينهامتناهية في الصغر ــ والمثال العملي لمهذه الجهود هي جهود القص في مسمار برشام Rivet كما بالشكل رقم (۱۰۸) ۰

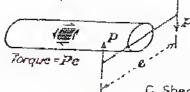
تعتبر جهود الضغط جهود سالية وأجهاد الضغيط اجهادات سالبةكما بالشكلرقم (١٠٧)يلاحظ هنا ان منحني True stress-strength يقع السفل اذا اثرت قوى متوازية متعاكسة الاتجاه على المنحني العملى نتيجة زياده مقطم العينة في اختبار الفسغط ه



A. Direct (double) shear in a rivet



B. Shear in a homogeneous beam of rectangular section



C. Shear produced by torsional loading Loadings producing shear.

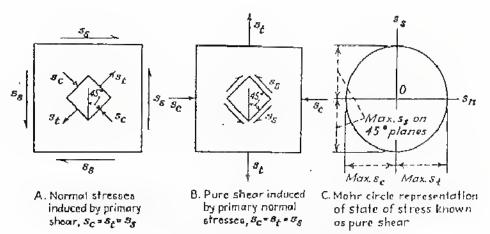
وعند تأثير جهود القص على مكعب فان الاجهاد ابعاد كنتيجة جانبية لتأثير قهوى مباشهرة الناتج يمكن التعبير عنه بزاوية انحراف اضلع المكعب

كما بالشكل رقم (١١٠):

أيضًا نتشأ قوى القص في أي جسم ذو ثلاثة direct force مثل قوى الضغط والشد كما

19.9 James

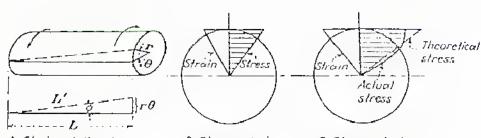
شنك ونداء الماأا



Relation between pure shear and normal stresses.

 ϕ or $\epsilon_{\mathcal{S}} = \frac{c_{\mathcal{S}}}{L}$

Shearing strain,



A. Strain relations in twisted cylinder

B. Stress: strain variation within proportional limit

C. Stress-strain variation above proportional limit

Strain and stress relationships in torsion.

(11) = 25°---

وعمليا نقائس جهود القص بواسطة اللــــى ويمكن تعبين :_ Torsic في عمود من المعدن كما بالرــــــم شكل رهم (١١١) :

18< = 18 = E2

علاقة الجهد والاجهاد من اختبار اللي فاذا كان عزم اللي ع ، القصور الذاتي القطبي

للعمود من polar moment of inertia

 $E_{\sigma} \frac{\theta_{\sigma\dot{\omega}}}{\dot{\sigma}} = \dot{\phi} E_{\sigma} = 6$ فان جهد اللغض و $E_{\sigma} = 6$ معامل الجساء،

ايضا يمكن حساب جهد القص من عزم اللي

هذا ويمكن اثبات ان معامل المرونة في جهد القدل هوالي ولا بالمائة من معامل المرونة في جهد النست أو التصغط بالنسبة للمعادن المتجانسية المعادن المتجانسية المعادن المتجانسية المعادن المتجانسية على المديد الكربوني تقريبا ولقياس وهو ما ينطبق على المديد الكربوني تقريبا ولقياس للالياف عند نهاية الكبر ل بالطول الاصليل لوتعين ل بمعرفة ل ، ونق ، ه

 $\begin{array}{c}
\mathbf{J} - \mathbf{J} \\
\mathbf{J}
\end{array}$ Unctility

أنهيار المعن تحت تأثير قوى المقص Failure under Shearing Stress

اذا كانت متانة الشد لمعدن ما اقل من متانة القص وكان المعدن تحت تأثير قوى القص فان المعدن ينهار بواسطة قوى الشعد المؤثرة على مستوى يعمل (٥٤ درجة) مع مستوى اقصى قوى قص ويحدث انفصال بواسطة قوى الشد هذه و ف اختبار اللى

Torsion يكون شكل الكسر لقطعة الاختبار لهذه الحالة على شكل حلزوني helicoldal surface كما بالشكل رقم (١١٢) :

خان هذه الالياف تبقى متماسكة مع الالياف الداخلية التي لم تصل بعد الى نقطة الخضوع مما يجعل تحديد حمل الانهيار بالغ الصعوبة بالنسبة لاجهزة القياس وعليه فانه يفضل عمل عينات من اسطوانات جوفاء تكون اكثر حساسية لقياس نقطة الخضوع لجهد القص حيث تكرن كل الالياف تقريبا تتحمل نفس الجهود ، ولكن اذا كان لوح رقيق تحت تأثير قوى القص او انبوب ذو سمك قليل جدا تحست تأثير اختبار اللى فانه قد يحدث انهيار المعسدن بالانبعاج buckling قبل وصول المعدن للانهيار عدت تأشير عدت تأشير جهد القص كما بالشكل رقم (١١٣):

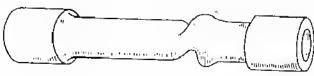
مدى الانسياب اللدن plastic range



شکل رقدم ۱۱۲

ونسبة متانة القص الى متانة الشهد تكون في حدود مر• للمعادن الطرية ductile اما بالنسبة للمعادن الهشة brittle فتتراوح بين ١٦١-٣٦١ وبالنسبة للحديد الطري وشبه الطري semiductile تقترب من النسبة ٢٠٠٠

وفي اختبار اللى Torsion بالنسبة للعينات ذات المقطع الاسطواني الاصم Solid Cylindrical نجد انه رغم وصول الياف السلطح لفارجي الى نقطة الخضوع yield في اول



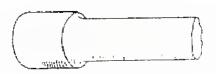
شكل رقم ١١٣ هان الكسر بالعينة يكون عمودي عليها كما بالشكل رقم (١١٤) ٠



شکل رقم -۱۱۴-

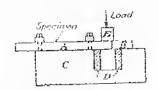
اما بالنسبة للعيذات السماء للمعدن الطري ductile فان الكسر يكون ايضا عمودي

على العينة ويكون سطح الكسر ناعم smooth وكما سبق القول بان الالياف في مركز العينة لا تصل الى جهد الكسر وفي الغالب غان الاليساف الوسطية تكسر بواسطة الشد نتيجة لتعرج الحواف الخارجية وتؤدي لعمل مركز يشد الالياف الوسطية ويكسرها كما بالشكل رقم (١١٥) ٠



شذل رهم ١١٥٠ــ

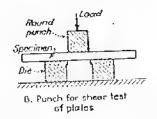
الخنبار القص المباشر The direct Shear Test الخنبار القص المباشر التص على المعادن مع الرودة



A. Johnson shear tool for sirigle for double) shoot lest si round or rectangular stock

جهاز جونسون لاختبار القدن المفرد او المزدوج -العينة اسـطوانية او مستطيلة شـكل رقـم ١١٦

مباشرة تستعمل أجهزة ومعدات خاصة كما بالشكل رقـــــم (١١٦) •



شمكل رقم ١١٧ اختبار القص الالواح



C. Slotted specimen for test of flat metal

أختبار القص للعينات المطمة

في جهاز عواسون الاغتدار القدس شرخت المدينة المراح وتكون ذات معطع مستطيل (١ × ٢) انسج او السلطوانية بقطر ١٠٠٠ انج وتربط علمسل القاعدة عجد وبتأثير الحمل يمكن عمل قص مفرد او مزدوج اذا تحركت العينة الى الوضع ١٠٠٠ والقالب يكون مصنوع من حديد متسى ومجلسخ والقالب يكون مصنوع من حديد متسى ومجلسخ بحواف حادة حتى يكون جهد القص مو المؤشر على فقط ؛ وفي اختبار القص للالواح يستعمل جهساز مشابه ولكن الحمل يؤشر على قرص من اللوح ، وفي بعض الاحيان تستخدم عينة ذات شروح بزاوية

ه وعند شد العينة تؤثر قوى القص على المسافة بين الشرحين كما بالرسم اعلام (شميك رقم ١١٨) •

اختبار اللي

في اختبار اللي يجب اختيار العينات بمقاسات مناسبة لتفي بالمتطلبات الاتية :

١ ــ يجب اختيار حجم العينة بحيث تسمح
 بقياس الاجهاد الناتج بدقة مناسبة •

٢ ــ يجب ان تكون ذات خصائص بحيـــث لا تناثر المنطقة التي سوف يجري عليها قياســـات اجهادات القص بقوس التثبيت بين فكي الجهـاز Stresses due to gripping the ends

وفكي الجهاز تكون على شكل مسنن serrated بميث تمسك بالعينة مباشرة عند تحميل العرم ، ويجب اعطاء عناية خاصة في جعل دار في المينة على استقامة واحدة بحيث تلغى اي احتمال لتدخل قوس الحنى bending وغالبا ما تكون بالجهاز مراكز تثبيت نهايتي العينة لتحقيق الاسستقامة المطلوبة وكما سبق القول هانه في المينات المصاء لا يمكننا بسهولة تعيين جهد القص Shear Strength ولذا تفضل المينات الجوهاء

ويغضل ان تكون المنطقة المصغرة Reduced بين نمايتي العينة والتسيي تتحمل Section بين نمايتي العينة والتسيي تتحمل جهود اللي سقصيرة سفاذا كان طول البتزء المصفر للسلام والقطر سق فان في يجب ان تكسون حوالي أمره ما نسبة القطر سق الى سمك الانبوب سساي في تكون في حدود مسن

٠١ ألى ١٢ •

اما اذا اريدتحديدنقطة الخضوع في جهدد القصShearing Yield Strength ومعامل الجساءة Modulus of Rigidity فانه بختار عينة جوفاء بطول حوالي عشر مرات علنمي الاقسل من قطر العينة وتكون نسبة في في حدود من ــمــ الى ١٠٠ اما اذا زادت النسبة عن ذلك فقسد يحدث الانبعاج buckling كما سبق شسرحه وعموما فان مقاسات العينة حسب الحدود السابقة يتوقف على نوع وهجم ماكيتة الاختبار ، وعنسد اخذ عينات من الانابيب يجب وضم سلدادات plugs أن نهايتها حتى تتحمل قسوى المسلك gripping في هكى الجهاز ، واجهزة اللي مختلفة الانواع ولكتها عموما تكون ذات فكسين مسننبن احدهما ثابت والاخر متحرك بطريقسسة ميكانيكية يتيح اعطاء العزم المطلوب وتوضع اجهزة قياس مناسبة لقياس زاوية اللي ٠

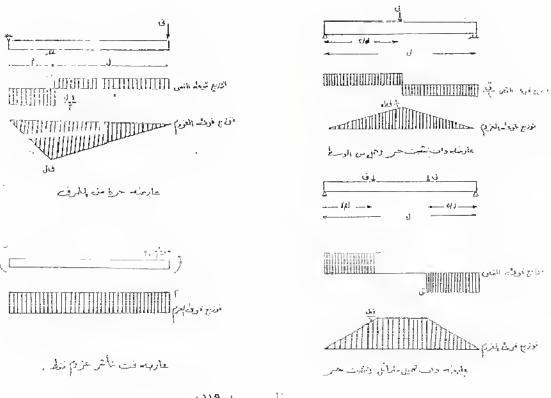
اختبار الحني Bending Test

يقال ان الجسم تحت تأثير الحنى اذا نشات جمود الشد Tensile Stresses فيجزء من مقطسع الجسم والجزء الباقي ينشأ هيه جماود الضغاط Compression Stresses

وكمثال على ذلك العارضة beam تحت تأثير قوى عمودية على محورها او عند تأثير قوى متوازية مع المحور على مساغة معينة عزوم وكنير من اجزاء الماكنات أو التراكيب تكون هتعرضة

لقوى الحذى وقد تكون قوى الحنى بجانب قسوى الحنى دراسة المعدن تحت تأثير قوى الحنى فقط

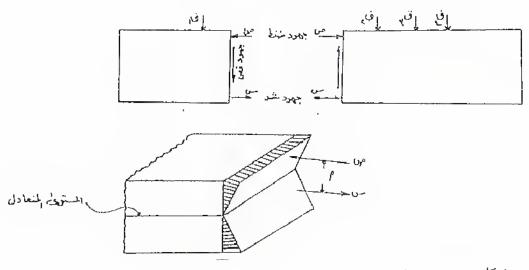
اخرى مثل قوى الشد او الضغط او القص العرضي ومايلاً زمه من قوى القص العمودية كما في الرسوم أو الالتواء، غير أنه من المناسب في اختبارات التالية: شكل رقم (١١٩) .



وتوزيع قوى العزم على العارضة يحسب عند مقطعها على اساس عزوم جميع القرى يسار او يمين ذلك المقطع والجهود الناتجة بتأثير قوى العزوم قد تسمى بجهود الحنى bending stresses ولاتزان هذه الجهود تكون محصلة جهد الشد دائما مساوية لجهود الضغط عند اي مقطع والمحسلتين يعملان عزوم معاكسة او رد غعل للعزم الخارجسي بتأثير قوي التحميل كما بالشكل رقام (١٢٠)

نتيجة الاحمال العمودية على المقطع وتساوي المجموع الجبري للقوى (يسار) المقطع مقسومة على مساحة المقطع للغير انه يمكن بطرق تحميل خاصة حذف هذه الجهود وجعل العارضة محملة فقط تحت جهود الحنى pure bending وفي جهود الحنى يوجد سطح متعادل تكون فيه الجهود ونساوي صفر neutral surface.

ونجد ان على احد جانبي هذا السطح تستطيل

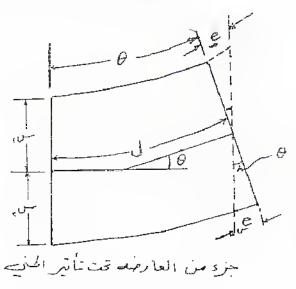


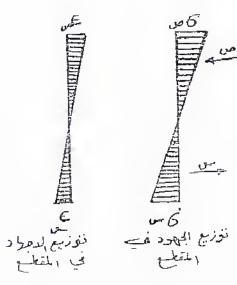
شكل رقم -١٣٠-

ص = س النياف Fibers النياف الشد وفي الشد وفي الشد والضغط متعادلة الجهة الاخرى تقصر الالياف او تنضغط تحت وجهود القدى نتشأ موازية لمقطع العارضة تأثير قوى الضغط ، كما ان اجهادات الشدد أو الضغط تتناسب مع بعدها من السنطح التعادل

بحيث تكون اكبر قيمة لها عند اسطح العارضة كما بالشكل رقم (١٢١) :-

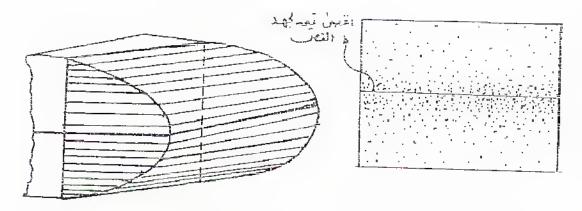
وهذ مالعلاقة الخطية Linear بين الجهد والاجهاد تنطبق على المدى المرن في حالة المعدن ، ايضا هان جهود القص الموازية لمقطع العارضة يكون توزيع الجهود فيها على شيخا





شكل رقم ١٢١٠ -

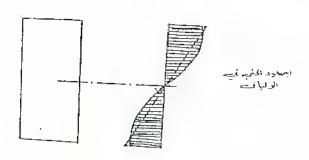
قطع مذافى؛ بعيث عنون أنَّبر سمة للجيدد علام منتدف المقطع كما بالشكل رقدم ١٢٢ ء



(177) منا رشده (177)

اما على نقطة الخنسوع yield point فان توزيع الجهود على المنطع لايكون خطيا نتيجة المرن ، ويلاحظ أن قيمته أعلى من القيمة الحقيظية عدم تناسب الجهد والاجهاد كما بالشكل (١٢٣) ومو عند الالياف الطرفية ٠

جهود الحنى على اساس الحساب النظري في المدى



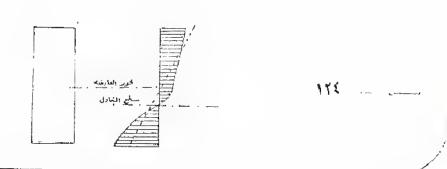
شــتل رقــم ۱۲۴

شكل رقم -17۲-

يمثل توزيع جهود الحنى في عارضة متجانسة اما في حالة المعدن الذي لاتنساوى لـــه مقطعها متماثل symmetrical ومعدنها لمم خصائص الجهد والاجهاد في الضغط والشد غنري نفس خصائص الجهد والاجهاد Stress-strain في هذه الحالة أن المستوى المتعادل يتحرك مسن منانه الى الناحية الانشر مقاومة stiffer side البقاء على التساوي بين جهد الشد وجهد الضحمل

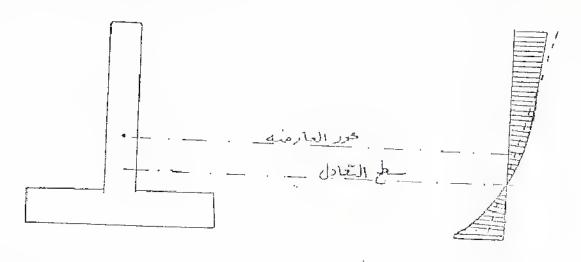
Characteristics سواء في الضغط او التــد •

ويالحظ بالرسم أن الخط المنقط هو توزيع كما بالرسم: نكل رقم (١٢٤) ٠



وفي هذه المحالة نجد ان الجيود المساوية الخليا تكون اكبر من المحقيقة في الناحية الاخليات متاومة واقل من الناحية الاكبير مناومية اليضا فان شكل مقدل العارضة له علانسية بتوزيع الجيرد فوق نقطة المفضوع نكما بالنسانا، الاتى : شمن رقم (١٢٥) •

ا ـ قد يحدث انهيار العارضة آذا وسلت yield point الألياف الطرفية الى نقطة الخضوع deflection عند ذلك غان انحناء العارضة العارضة يزداد بسرعة بالنسبة لزيادة الحمل م اما اذا الخارضة ذات متطع عريض stocky section الصعب الطرفين بحيث يكون من الصعب



شكل رقم -١٢٥-

في من الدالة المد ان سطح العادل اعدرت من الناحية التي بها معدن اكثر نتيجه الانهيـــار الإلياف من الناحية الاخرى لتعرضها الاجهـادات عائية واصبحت الناحية ذات التركيز الاكثر للمعدن تتحمل جهود أكبر من الجهود النظرية لتتساوى توى الضغط والتحد •

انهيار المعدن نحت تأشير قدوى المنسى يحدث الانهيار او الكسر في العرارض تحت تأثير توى الحنى باي من الاسباب التالية :ــ

حدو خالالتوا، Twist او الانبعساج burkle غان الانتمار محدث مواسسطة الارمخاء التدريجي واللهوالا اساليتناي حس يصل الى درجة كبيرة لايمكن اعتبار العارضة عندها منيدة من ناهية صند الاحمال -

٢ ـ في العوارض ذات الامتداد الكسيد Long span فأن الإلياف المتحلة لاجبادات الضغط تنهار مثل الياف الاعمدة Columns تحت تأثير الضغط حيث يحدث الانهيار بواسطة الانبعاج buckling ، وفي الغالب يحدث الانبعاج في الاتجاء الجانبي وقد يكون سبيا رئيسيسا أو

ثانويا في الانهيار وفي العوارض التي تكون جهود في الانهيار خاصالحتى فيها عالية بحيث تكون هي السبب الرئيسي والعصب غفيف في الانهيار و واذا لهم تثبت العارضة بدرجة القص اذا وصاء كافية ضد الانبعاج الجانبي فان تأثير الانبعاج في القدى بمساء الانهيار و وعلى العموم ذان وصول الالياف الطرفية المخصوع تحت تأثير قوى الحنى في هذه من نقاط التثبيت بهود ضغط التثبال هو جهود الحنى و الماعدم وصول الالياف اورد الفعل الحارفية لنقطة الخضوع وعدم اتخاذ الاحتياطات تصل بالمعدن المالازمة لمن الالتواء او الانبعاج الجانبي فائه في اتصال العصب بالمنافية يكون السبب الرئيسي للانبيار هي والانهيار هيوالانبعاج المائيسي للانبيار هيوالانبعاج المائيسي المائيسي المائيسي المائيسي المائيسي الانبعاد المنافقة على المنافقة على المنافقة على المنافقة على المعدن المنافقة على المنافقة على المعدن قيمة المتانة خاصة في العوارض العميقة على شكل عندما تقترب المعدن قيمة المتانة خاصة في العوارض العميقة

I او] حيث تكون الفلنجات المتحملة لاجهادات الشد والضغط مرتبطة بعصب خفيف Thin web وسواء كان الانبعاج هسو السبب الرئيسي او الثانوي فان خطورته تأتي من حدوث الانهيار بصورة فجائية •

٣ ــ الانهيار في العوارض ذات العصـــب الخفيف Thin web مثل العارضة على شكل عرف I قد يحدث نتيجة اجهــــادات القص العالية في العصب excessive shearing

stresses او نتيجة الانبعاج في الحسب تحت تأثير جهود الضغط القطرية والتي دائما تصاحب جهود التص ، وقد تناون السبب الرئيسي

في الانهيار خاصة اذا كان طول العارضة قصيير والعصب خفيف ويحدث الانهيار نتيجة جهرود القص اذا وصلت قيمانها الى ننطسة الخفسوع في القس بمساعدة اي اسباب ثانوية مثل الانبعاج او الالتواء م

غ ــ قد يحدث الانهيار في الموارس قريبا من نقاط التثبيت حيث يزداد في هذه المناطق تركيز جمود ضغط التثبيت Transmit concentrated Loads او رد الفعل و ونتيجة لهذه الجمود المركزة قــد تصل بالمعدن الى نقطة الخضوع خاصة في مناطق التحال العجب بالفلنجة و

والانهيار في العوارض الهشة منل الحديد الحب Cast Iron او الخرسانة Concrete غالبا ما يحدث بصورة فجائية ، وفي منل هذه المواد عندما تقترب الجهود من الالياف فان السلط المتعادل يزحزح في اتجاه الالياف المتحملة لجبود الضغط في محاولة لدءم العارضة من الانهيار ، واخيرا يحدث الانهيار في الالياف المتحملة لجبود واخيرا يحدث الانهيار في الالياف المتحملة لجبود الشد حيث تكون متانة الشد في مثل هذه المواد جزء من قيمة متانة الضغط ، فمثلا قيمة متانسة الشد الى متانة الضغط في الحديد الحسب الشد الى متانة الضغط في الحديد الحسب الشد الى متانة الضغط في الحديد الحسب

استخدامات اختبار الحني

حوالي ١٠/ ٠

اغلب الانشاءات وكثير من الاجزاء الميكانيكية لتكون مصممة بصورة رئيسية لتتحمل جبود الحبي. وحيث يكون في اعتبارات التراميم خواص المعادد

في حالة جهود الضغط او الشذ أو القص نـرى أن المعادلات التي تربط هذه الخواص في جهود الحنى قد تعطي نتائج تقريبية للحالة الحقيقية وكما انـه يكون من الصعب في حالات كثيرة عمل تحليـــل نظري كافي لتأثير نشوء الجهود نتيجة تركيـــز الاحمال او التحميل غير الطبيعي او الالتواء وعدم التجانس او خلافه ، وفي مثل هذه الحالات فان اختبار الحنى قد يساعد كثيرا للتعرف على خواص المعدن تحت تأثير قوى الحنـــي وبالظــروف الطبيعية للاستخدام من حيث حجم وشكل وسعة الحزء ،

واختبار الحنى يستعمل اساسا لتعيين المتانة والجساءة Rigidity في حالة الحنييين والجساءة والجساءة الفرى مثل طاقية الفرن وبعض الفواص الافرى مثل طاقية الفرن resilience كما وأن اختبار الحنى يمتاز بانه يحتاج أأي أحمال مسيره لحد ما ربيل الاستحدام ويستعمل في عمليات مراقبة الجودة بالنسبة للمعادن الهشة وفي عمليات اختبار اللحام م

ويتم اجراء اختبار الحنى بصورة مشابهسة لما يتم في اختبار الشد او الضغط من حيث تعيين ععامل الكسر modulus of rupture بتحديد نوع العينة والطول بين نقط التثبيت ونوع الحمل ومعدل التحميل وو وهكذا ولحساب معامل المرونة في الحنى modulus of clasticity

ترسم العلاقة بين الحمل والانحناء ويحسب ميا الحنى وتستخدم هذه القيم للتعويدس نسسي معادلات الحنى •

اختبارات الحنى للمعادن

يستخدم اختبار الدنسى البارد Cold bend Test للمعادن كاختبار سلمل وسرين ومرخي في نفس الوقت للتعارف علسى اليونة المعدن بالمعادن بالمعادن المعادن بالمعادن بالمعادة وبسورة حسادة ويلاحظ في المعينة بعد الاختبار وجود شقوق على السلطح الخارجي المنحني وفسي بعض الدلات تحدد الزاوية التي يبدأ عندها ظهور الشقوق في المعينة وقد يختلف مقدار التشادد في الجازاء الاختبار وقد يختلف مقدار التشادد في الجازاء الاختبار

عفتلفة من الروابط pins التي يتم اجسراء مفتلفة من الروابط pins التي يتم اجسراء المتنى حرايا - وقد يد تخدم اخبار العنى فئي تعيين او مراجعة الليونة بعد التعامل الحراري او البارد واختبار الحنى البارد كما هو واخسح من البارد واختبار الحنى البارد كما هو واخست من المحديد لاظهار نسبة الكربون العالية جدا او نسبة الكربون العالية جدا او نسبة وجود الفسفور او عبوب Rolling واختبار الحنى تنص عليه المواصفات في حالات عديدة خاصة المادن التي على شكل اعددة Rods او الواصفات في المادن التي على شكل اعددة المادن التي تستعمل في اوعيسان

الضغط وحديد التسليح ومساسير البرئسام الخام حيث يسفن لدرجة حسرارة (١٨٠٠٠ف) ويعطي فكرة عن نسبة شوائب الكبريت ، وهناك ايضا اختبار الحنى بعد التسقية Quenching الذي يتم حوله الحنى بدون ظهور شقوق تحدده حيث تسخن العينة ثم تسقى وبعد ذلك يجري عنيها اختبار ومثل مذا الاختبار يستخدم لاظهار نسبة الكاربون العالية خاصة في مسامير برشام المراجل.

Rivets وايضا في اختبار الليونة في اللحام • وقيمة زاوية الانحناء أو قطر الرابط pin المواصفات حسب نوع المعدن ومجال استخدامه ٠ هذا وهناك اختبار الحنكى الساخن hot hend ويستخدم لفحص الحديد



اختبار المسلادة Hardness Test اختبار المسلادة اعداد / السيد شمعون جرجيس

ان المفهوم العام للصلادة يرتبط بقياس خودة المادة من حيث التماسات والتجانس فالانسياب او المختوع تحت تأثير القوى و ومناك عدة انواع من التعاريف المصلادة والتي اتضادت كاساس لاختبارات الصلادة المتنوعة اهمها مقاومة المادة للاختراق الدائم بواسطة احمال استاتيكية و ديناميكية و هي مقدار الطاقة المتصة تحست قاثير الاحمال التحادمية او هي مقاومة الخدش او هي مقاومة الخدش او في مقاومة الخدش او النقب او التآكل الاحتكاكي و في مقاومة الحال غان التعاريف السابقة قد نشات نتيجة الحال غان التعاريف السابقة قد نشات نتيجة الاحتياج لتقيم اداء المادة كميا تحت ظروف استفدام مختلفة وبالرغم من ان التعاريف السابقة بطروف بطريقة ما حسب احد التعاريف السابقة يكون مقيد بطريقة ما حسب احد التعاريف السابقة يكون مقيد في مبال استديام محتل احد التعاريف السابقة يكون مقيد

وبالرغم من ان جميع انواع قياسات الصلادة عي بدون شك دالة لقوى الترابط الذري للمادة الا انها لاتعبر عن هذه القوى بنفس الطريقة او بنفس الدرجة وعليه فانه لاتوجد طريقة من طرق قياس الصلادة تعبر بصورة متطابقة عن خاصية اخرى من الخواص الميكانيكية ومع ذلك فهناك المخرى الطرق لاختبارات الصلادة اقرب من الطرق المدن في الشد اللخرى ارتباطا بخاصية متانة المحدن في الشد وطرق احدى اقصرب عاصرى اقصرب

ارتباطا بخاصية الليونة طاقة الخزن Resilince وهكذا ٠٠٠

ومما تقدم نرى ان اختبار الصلادة بداريقة معينة يصلح من الناهية العملية لمقارنة الصلادة النسبية لمواد مشابية وتحت نفس الاسس مفمثلا نتائج اختبار الصلادة النسبية بواسطة انضغاط كرة من الحديد المقسى لايمكن مقارنتها اذا اجرى نفس الاختبار على المطاط ولكن قد يكون مسسن نفس الاختبار على المطاط ولكن قد يكون مسسن المفيد جدا مقارنة النتائج اذا اجرى الاختبار على عينات من الحديد اجرى لها معاملات حراريسة مختلفة أو بتدليقه في تبويب انواع من الحديسد مختلفة من الكربون و

مجال استخدام اختبارات الملادة

ان استخدام اختبارات الصلادة واسمده الانتشار وخاصة على المستوى التجاري بالنسعة للمعادن عنه بالنسبة للمواد الاخسرى ويمكسن أسنده أمارات المسلام فيما يأي

الله ترتيب او تبويب المعادن التشابهاة حسب نتائج اختبار الصلادة وقد ينص على نوع معين حسب ترتيب اختبار الصلادة الاستعمال في مجال معين ، ويجب العلم أن رقم السلمالادة لايمكن اعتماد نتائجه عند التصميم أو التحليال الرياضي مثل متانة الشد Tensile Strength

ت التحكم في الجـــودة للمحـادن او المنتجات وتجانسها في عمليات Rolling او الماملات الحرارية او الطرق Forging رغــد ذلــك .

٣ — لعمل جداول متارنة Correlation
 بين العبلادة وبين خاصية اخرى مسن الخواس الميكانيكية مثل متانة الشد Tensile Strength
 ممثلا تستخدم طريقة برنيل للصلادة للمراجعة السريعة عن تجانس العينات في متانة الشد ومسل يتطلب الامر اجراء اختبارات تفصيلية ام لا .

ويجب ذكر ان جداول المقارنة هذه تنطبق فقط على مدى معين من المعادن سبق دراسستها وتطابقها عمليا ، ونادرا ماتستخدم معادلات عملية empirical relations لربط العلاقسة

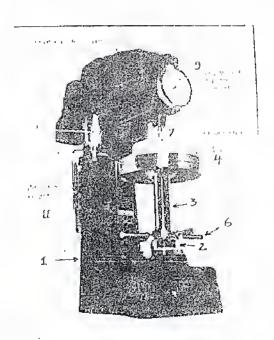
بين الصلادة ومتانة الشد غير انها يجب ان تطبق بحذر شديد لان هذه العلاقة ليست منتظمة فسي جميع الحالات •

٤ ـ مناك جداول لتحويل وحدات الصاردة

لبرنيل وركويل وفيكرز احدهما اللي الاخسرى والجداول ادناه توضح ذلك .

اختبار الصلادة بجهاز برنيل :-

وتستعمل هذه الطريقة لتحديد صلادة الاجزاء المتوسطة وذات سمك اكبر من الاجزاء المتوسطة وذات سمك اكبر من السلب عادة وفي هذه الطريقة تضغط كرة من السلب المقسى ذات قطر معروف المعنوف على حجر على سطح الجزء المختبر بعد تنظيفه على حجر الجلخ ، فكلما كان المعدن اكثر صلادة كلما كسان قطر الاثر الذي تتركه عليه الكرة اصغر ، وتضغط الكرة باستخدام اما مكبس هيدروليكي او مكبس ميكانيكي كما في الشكل رقم (١٢٦) الذي يمثل عكبس ميدروليكي ، ميدروليكي عميدروليكي ، ميدروليكي ، ميدروليكي ، ميدروليكي ، ميدروليكي ، ميدروليكي ، ميدروليكي ،



شـــکل رتــم ۱۳۲

يتكون من البدن 1 . والدامولة الثابتة واللولب ن توضع العينة 6 على المائدة 4 ثم تقرب الى الكرة و بتحريك العجلة 6 • ثم يضغط الزيت بواسسطة ذراع المنسخة 10 من الخزان الى اسطوانة المتبس فيولد بذلك الضغط اللازم على المكرة . وفي الوقت نفسه يؤثر هذا الضغط على المكبس ذي الانتال 11 والمائومينر (0) وبواسطته يمكن عياس الضغط و على الكرة وبعد ذلك يزال الضغط ريقاس قطر الاثر ن الذي تركته الكرة بعدسة خاصة عليها تدريج كل ١٠ ملم • ويختار تطر الكرة ومتدار الضغط حسب السمك والصلادة التقريبية الختبرة كما في الجدول التالى :

وزمن ابقاء الضغط (۱۰) ثوان للمواد الصلدة و (۳۰) ثانية للمواد اللينة ويحدب رقيم حلادة برنيل (ويرمز له ۱۱۳) م من المعادلة و لا يال كغم كالمواد اللينة و النفط بالدكم المواد اللينة و النفط بالدكام المواد الم

١١ . = قطر الكرة من الصلب ، مأم

له = قطر اثر الكرة . ملم

الظروف القياسية الواجب الباعها مي اختبار المسلادة حسب نوع وسمك المعدن السا

النافط الكاكم

3.36	1.00		, t	
المهواد	للنحاس	للحديد	اقطرا	سمك المينة
اللينة	والبرنز	بأنواعه	الكرة	مئم
5 = 5	$\frac{\rho}{D^2} = /\rho$	$-\frac{\rho}{Dc} = 30$	مأم	•
₹₽ ⇒	1000	4.00	١.	اکثر من ٦
۵۲٫۵	۲۵۰	Yes	¢	من ٦ الى ٣
اردا	ا المرات	٥٥٧٨٨	ەر ۲	اقل من ٣

وتستعمل لحساب رقم العسلادة عمليا جداول فيها قيمة (14 مقابل قطر اثر النكرة والعلاقسة العملية التي تربط العسلادة ومتانة الشد وجسدت كما يلى :

اللصلب لمادي $= 6 = 7 \pi (-18)$ المصلب المصبوك $= 6 = (7 \pi (-18))$ الزمر الرمادي = 6 = 10

ولاينصح باستعمال طريقة برنيل لاختبار الدالادة السطحية لبعض المحنوعات والصنائل الرتيقة، ورقم الدالادة بطريقة برنيل بالنابة للحديد يتراوح بين (١٠٠) الى (٥٠٠) ولاينصح باستخدام هذه الطريقة بالنابة للحديد السبائكي العالمي المحلادة والذي يزيد رقم برنيل له عن (٣٦٠) لانه في هذه الحالة يتغير شكل الكرة بصورة كبلية وتعطى نتائج مضللة ،

اختبار الصلادة بجهاز روكويل

لاختبار صلادة المواد بطريقة روكويسل ، تغلط على سطح المنز المثنم كرة من الداء المثنم كرة من الماس زاويسة معروط من الماس زاويسة قمته ١٢٠٠ ،

وتذبر المواد اللينة بالذره المصنوعة عدن الصاب ، اما المواد الصلدة فتخبير بالخروط الماسي و وبعدس طريقة برنيل تتاس العدادة بطريتة روكويل لابمساحة الاثر رلكن بعمق تغامل الضاغط (الكرة او المخروط الماسي) في سلماح العينة ويجري الاختبار كما يلي :-

يعطى اولا ضغط ابتدائي قدره (١٠) دَعْم ،

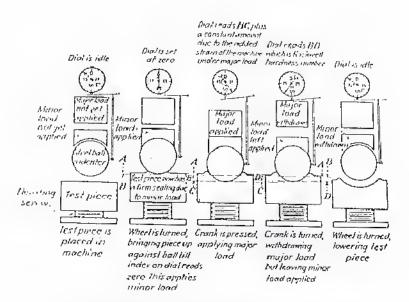
وبعد ذلك يعطي الضغط الرئيسي وقدره (٩٠) كغم عند الاختبار بالكرة و (١٤٠) كنم عند الاختبار بالمذروط الماسي دون رفع الضغط الابتدائي ٠

وبعد فترة قصيرة (٥) ثوان من ثبوت المؤشر برفع الضغط الرئيسي وتحدد صلادة المادة المختبرة على مقياس (كبيج) الجهاز ورقم صلادة روكويل يتناسب مع الفرق بين عمق الاثرين الناتجين عن تأثير الضغط الرئيسي والضغط الابتدائي وهرو مايبينه مؤشر الجهاز وعلى وجه المقياس تدريجان احدهما التدريج عباللون الاحمر ، ويبسين الصلادة عند الاختبار بالكرة ، والثاني تدريج عباللون الاسود ، ويبين الصلادة عند الاختبار بالكرة عند الاختبار بالكرة ، والثاني تدريج عباللون الاسود ، ويبين الصلادة عند الاختبار بالكرة عند الاختبار بالكرة ، والثاني تدريج عباللون الاسود ، ويبين الصلادة عند الاختبار بالمورد ، ويبين الصلادة بالرمن ، ويبين المورد ، ويبين الصلادة بالرمن ، ويبين المورد ، ويبين الصلادة بالرمن ، ويبين المورد ، ويبي

اضافة رمز التدريج الذي اجرى بالنسبة اليه RB عند الاختبار بالكرة الصلبة و RC عند الاختبار بالمذروط الماسي •

ولاختبار المواد العالية المسملادة يستعمل مخروط ماسي تحت ضغط قدره (٦٠) كغم وتؤخد القراءة في هذه الحالة على التدريج الاسود ويرهز لرقم الصلادة بالرهز RA .

ومن مميزات طريقة روكويل الدقة الكبيرة والانتاجية العالية وصغر الاثر الذي يتركه الاختبار على العينة وبساطة الاختبار • ومناك جـــداول ومنحنيات خاصة لتحويل صلادة روكويل الى رقـم صلادة برنيل كما في الجدول المرفق •



AB = Depth of hole made by minor load,

AC Depth of hole made by major load and minor load combined.

DC: Recovery of metal upon withdrawal of major load. This is caused by

elastic recovery of the metal under test, and does not enter the hardness reading.

BD Difference in depth of holes made = Rockwell hardness number.

شسکل رتسم ۱۲۷

Procedure in using Rockwell hardness tester.

AB = عمق الأختراق نتيجة الحمل الأبتدائي AC = عمق الأختراق نتيجة الحمل الابتدائي 1- الحمل الرئيسي

CD = ارتداد المعدن نتيجة بعض المرونة الباقية إ عند رفع الحمل الرئيسي وهذه الكهيـــة لاتدخل ضمن اختبار الصلادة •

BD = فرق العمق _الانسياب اللدن__ رق_م روكويل للصلادة .

ويحتوى الجهاز على عداد dial indicator لقياس عمق الاثر وهذا العداد متسم السي (١٠٠) جزء وكث جزء يمثل (١) من قياس الصادة وهدذا فيقابل عن (٢٥٠٥٥م) ملم ويساوي واحد روكويل ٠

يستخدم في هالة استعمال المخروط الماسي

HRC = 150 - ...يستعمل في هالة استعمال الكرة HRB - 100---

0.002

ن = عمق الانثر الذي تتركه الكرة أو المفروط 15-11



T = الضمط (كنم)

المادة المخترة •

آ - اختبار الصلادة . بجهاز غيكرز

تسمح هذه الطريقة لقياسي صلادة الطبقات

السطحية الرقيقة الناتجة عند الكربنه أو النتردة كما

يمكن بواسطتها قياس صلادة المواد شديدة الصلادة،

المُصنوعات ذات المقطع الصغير • وتعين الصالادة

بضفط حرم رباعي ماسي زاوية قمته (١٣٦) فسي

٠٢٠٠٧٠٠٥٠٠٥ أو ١٢٠ كغم • ثم تقدر مساحة

الاثر الناتج بقياس قطره بواسطة ميكروسكوب

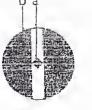
عثبت على الجهاز ، وزيادة في دقة القياس يعتمم

صغيرة ويتسب رقم صلادة فيكرز من المعادلة :ــــ

F ساحة الاثر الهرمي (ملم) = F

 $HV = - kg/mm^2$

ويجري الضغط تحت تأثير حمل قدره ١٠٠٥،



127 ئــــال ٠

رسم تخطيطي عند الختبار غيكرز A الاثر B الصلاع الميكروسكون

أن مقياس صلادة فيكرز يتصف بنفس الارقام التي يتصف بها مقياس صلاده برنيل و تحديد الصلادة الميكروسكوبية :--

يستعمل لتحديد صلادة الطبقات الرقيقة جدا كالطلاء المعدني والاجزاء الصفيرة للاجهزة والعدادات وبعض مكونات بنية السبائك والشميرات المعدنية وما اشبه ويجري الاختبار بواسطة ضغط هرم ماسي زاوية قمته (١٣٦°) في سطح المادة المختبرة و

ويجري الضغط تحت تأثير حمل بتراوح قدره بين (١) الى (٢٠٠) غم ، فبعد الضغط يقاس طسول

1-8544 معاهل حسابي ثابت قدره سول

حيث :--

قطسر الاثر الناتج لل حسب الشكل رقم (١٢٩)

بواسطة الميكروسكوب المنذي يكمون الجسزء

الأساسي من الجهاز • ويستعمل لتحديد رقم الصلادة

 $H = --- \times 1.8544$

الميكروسكوبية المعادلة التالية :ــ P

H - رقم الصلادة الميكروسكوبية

D ــ ملول قطر الهرم بالميكرون

р ـــ الضغط بالغرام

شكل رقم --١٢٩ رسم تخطيطي لتحديد مقاس الاثر عند اختبار الصلادة الميكروسكوبية •

بحدول تحكويل العكلاده

رطم المسلاده	بربن	ڪويل	رو د	متوة الاشد	وخد الاحد	بربدا	1-0-	دردڪ	في ناهشد
ُ ينڪرن	افتلاد بالماليدين المندن لايكم فكار الايكرام المام	المحمد اشتاع العامد الشكرة بيا	ع الموردة المامير الم	ڪنم برحام"	ينكرر	النظر بالمطبعث المحدل ب يحسم الحدالك اعام		ع الدمل ، الانجمع المحرية المتاسي ، الا	حمد √بہ≃
٩٤.	_		₹ 85.		46	पर द	\ K ₁ .	Y1.,1	ν,γ
٦٩.			-417.P		٦٦.	रभ		'দঃর'	58
۸		_	٦٧,,		۲٠,	4.7	S24 ₁ ,	75.4	12
٨	_		27.17		٧٠.	576		75	3.5
h7.		_	Ja.4		٦	TAL	5.6.6	374,8	12
tis.	_	_	7.05	_	- 'Ju	< N		55:57	24.1
144		_	78,77		= 1.	6.776	15.5	11.0	74.4
P	. —		¬w₁.		5.1.5	2.74		1.94.4	74. 1
10		-	18815	<u> </u>	E.A.	<.,/ii	3.75.5	59.3	25.
47.	_		r.27		571	5.33		5/1/6	n yn
W.	_		75.4	_	50.	707	\$50	1011	70.15
٧٢.] —		77		570	3.45		41.1	101,5
٧.,		_	7.5	_	57.	514	NA _C	NU.	45.3
74	_		57.7	_	7.00	-17	i —	67.5	V.7A
٦٨.		_	***	_	144.	7,775	71.6	****	Ю.
7/1-		-	46.6	447	549	77.2		274	70.75
~~~		!	17.17	cet	*~1	<5 A	56,1	5 11	30.3
`	<u> </u>		1	1.4	* * v	4.5	75.	5.54	i •/[.n
7/21			N43X		4.5	در. ۵	Sec	34.4	**
~∀.			4,70	214	54.	۲	43,7	17.5	77.4
79.			ሳች ነቸ	51.	÷	53.	77,0	35	Y ₁₀ ZZ
٦٦.	_	_	nn ₁ N	5.5	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	566	M,4	10 Au	7876
7.,	_		Nh ₁ 5	5.75	) h.	747	W/7	71.	10%
nn.	_		יאוראו	100	177,	22.4	lie.	71	6510
56.	_		67-17	177	i vv.	16"	W.N		ارزاه
59°4.			6771	7.7%	16.	2005	MVM		35,1

### جَدُول تَحْدِيل المَكادِه

واعليه الكارية	بمريشل	۔و بـل	رو ڪ	طوة الشبد	دقهل الأمسلاده	برسل	و سِـــل	رد ڪـــــ	فرة الشهد
ف <i>ڪر</i> ز -	المشطرة المسائدة المستخدم المدونة المستخدم المستخدمة المستخدم المستخدم المستخدمة المستخدم	الاحمل الانتخام مثلر المنكر، والم	له به المارية	"بلم/بند	مِنڪرن	والمشاطرين المطلبيسيان العاموان المساجعين قاطر المشكرة الإحام	التحارث وي الم ولار المهاري وي الم ولار المهاري وي الم	المسمور وروس المراز المساور المراز المساور وروسا	~\d=1 p. 5
۵٦.	_		٠,٢٠	383	٧٠.	ZZT	٧٥,.		27,5
00.	6.6		7, 10	1/10	٧٢.	176	41,4		17,7
01.	175		17,14	185	15.	112	***.V	_	57
٥٧.	5, ኢኒ		01,1	2462	77.	N. 4	74,4	_	
64	۲ĸ.		6.,6	140	7.6	P\D	1,50		
ID *1.	'E'47		~6.N.g.N.	247	√0	٨.	95,.		
A+ + +	<b>১</b> ७ ७		1.72	477	٩.		.A.		
14.	7, 67		てれた	17:	Λe	Δ)	W.,,		
* <u>-</u> K,	3,3, A	·- —	7,12,14	777					
건생.	*LE1		61.7	1,9,1			_		
<b>1</b> 7.	577		1.75	165.					
10.	150	_	7.00	10					
ኒኒ.	570		した」の	7,44					
٤٢.	5, . 0		27,7	727					
US.	44.1		25.73	٧٤.	l l			Î	
٦N,	AVL		4,15	14.1					
٧	42	_	۲.,۸	177					i
۲٦.	77.77		79,4	۱۲.					
۲۸.	۲٦,	27.31	Thish	17.1					
۲٧.	74.	_	44,4	ንጓፕ					
۲٦.	761	7.5%	41.0	22.7					
70.	771		70,0	2//3					i

تعتمد الفحوصات غير المتلفة على اسسس غيريائية مختلفة و ولكون العيوب الحادثة في المعدن مجهرية في اغلب الأحوال وتختلف في الشكلوالمرقع، فأن اختيار طريقة الفحص تعتبر ذات اهمية قصوى لاكتشاف العيب، وكمئسال على ذلسك فأن شق صغير في سطح المعدن يكون مملوء بمسواد غريبة لاتستطيع السوائل النافذة اكتشافه لعدم وجود انفصال في سطح المعدن و

ولاي طريقة من طرق الفحص غير المتلف غان المطلوب ان يعطي العبب اقل قدر من الانسطراب على الخاصية النيزيائية حتى يمكن اكتشافه وعدا يعتمد من ناهية على تقنيه الماسلوب الفعس مشال قدره التكبير في منظومة بصريه او المساسية والتردد لباهث ذبذبات فوق صوتية او كنافة اشمعة اكس وهبيبات الفلم المساس ومن ناهية اخرى فان ذلك يعتمد على قابلية قطعة الاختبار مثل نعومسة السطح وهجم حبيبات المادة وغير ذلك و

كما أن شكل الجسم تحت الاختبار أو تصميمية ذات أهمية لاختيار نوع الفحص المطلوب لاعطاء نتائج ذات قيمة والفاحص المتمرس يستطيع بالنظر الى شكل الجسم تحت الاختبار تكوين فكرة عسسن الأهاكن ألتي مد تعطي نتائج خادعة أذا ما استعمل

تاسيعا الفحص غير المتلف -- حدوده وقدراته أهداد المهندس / علي احمد معطفي حماد

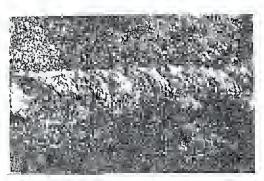
طريقة معينة في الفحص وعليه فيجب استبعاد مثل ذلك الفحص في هذه الحالة ومن العوامل الشائعة التي تؤثر على نتائج الفحص او التي تخدع فاحص مبتدىء هي خشونة السطح ومدى تأثيره عليسي اضطراب الخاصية الفيزيائية المستعملة وقد يكون تركيب المادة الداخلي من الخشونة بحيث لاتصلح معه طريقة الفحص ولكون معظم طرق الاختبارات غير المتلفة تعتمد على الاتجاه فمن الفسسروري ان تكون المعدات المستعملة قادرة على فحص الاتجاه نيب اظهارها والتوقع فيه العيوب الفعلية والتي يجب اظهارها والمتوقع فيه العيوب الفعلية والتي يجب اظهارها

وعلى قدر تحقيق الشروط السابق ذكرها في المتبار معين ، عند ذلك يمكن الاعتماد عليه ، ولكن تبقى هناك صعوبات اخرى وهي المقدرة على تحليل الشواهد واستنتاج الحقائق خاصة اذا كانست العيوب داخاية او مخبأة وتبتى بعد ذلك متيتة عنونده هي أنه مهما عتنت العثرق المستحدمة السابحة وتحليل الشواهد والاستنتاج جيد ، فان تقديسر السماح بوجود عيب معين هو حكم شخصي ،

#### طرق المممى لاكتشاف العيوب السطحية

ان استعمال العين المجردة وبمساعدة عدسة مكبرة بسيطة تتبح في اغلب الأحيان اكتشاف عيوب السطح ، ولكن لسوء الحظ فان التركيز على استعمال الأجهزة الحديثة سواء الالكترونية منها أو غسسيا خلك جعلت الناحص معصوب العينين لمثل هذه الطرق الطبيعية البسيطة أو أصبحت مجمولة في حين أنها

رَكُونَ فِي الخَلْبِ الْأَحْيَانِ احْسَنِ الْطَرِقِ الْمَتُوفُسَسِرَةَ عُ والنُّسَلُ رَبِّمَ (١٣٠) يوضح شُق على طول خَلَطُ اللّمام واضح للعيان في وصلة غير مشغلة •



Longitu brist Webl Crack

#### شکل رقم (۱۳۰)

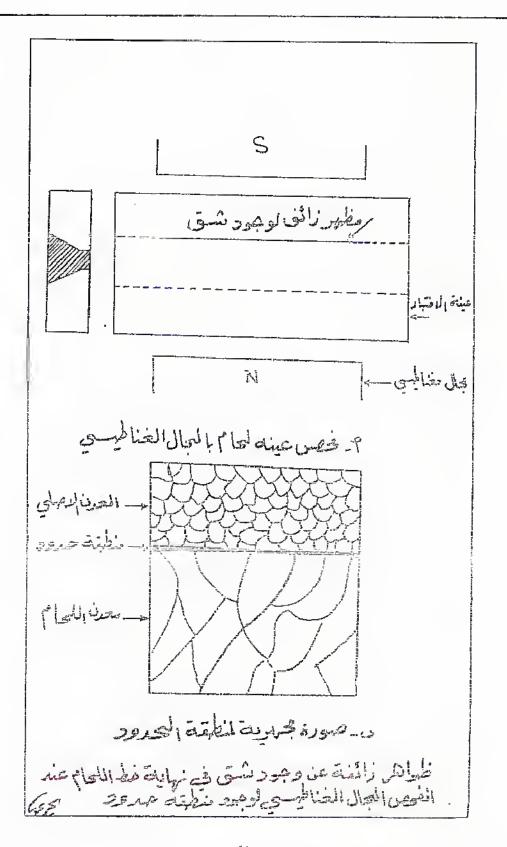
وباضاءة السطح بزاوية يمكن اكتشاف الشقوق الدقيقة والتي تكون سعتها اقل من قدرة التبلين للعين اذا كان تركيب السطح ذو اتجاه معين ، وكمثال على ذاك ، ذان شق جهدي دقيق يمكن اكتشافه بالعين المجردة اذا كان مسار الشق يقطع اخاديد التشلغيل في قطعة مشغلة ، ومثل هذا الشق لايمكن اكتشافه باستعمال السوائل النافذة حتى اذا وضع السائل النافذ لدة اثني عشر ساعة ، ومع ذلك فان مثل هذا الشق يمكن اكتشافه في اللحظة باستعمال الجزيئات المغنطة .

ومن المفضل دائما استعمال الفحص بالجزيئات المعنطة اذا كانت المادة المراد فحصها قابلة للمعنطة، وهي اكثر هساسية من الفحص بالسوائل النافدة والاستلام ان يكون الشق مرتبط بالسطح الخارجي،

حيث بالامكان اكتشاف الشقوق التي تبعد سي: ملم عن السطح بهذه الطريقة ، ومع ذلك فان معنضة الجسم المراد فحصه يجب أن تتم بحيث تكون خطوط القوى المناطيسية على السطح بالجساه مستعرض لخطوط العيوب المتوقعة اذا كان ذاك في الامكان ، وليس ذلك بالشيء البالغ الصحوبة .. ومع ذلك فالقطع المعقدة الشكل كالتي مقاطعها تتتهى حاف أت حادة ، فان خطوط القصوى المنبثقة محليا تؤثر بصورة خطيرة على الشواهد المغناطيسية ولسوء الحظ لاتوجد لحد الان طريقة بسيطة لقياس شدة المجال المناطيسي الحقيقسي لنقطة ما في قطعة الاختبار وغير متأثرة بالمصالات المغناطيسية الاخرى ، وعند فحص خطوط اللحام بالجزئيات المغناطيسية هناك احتمالات قوية لظهور شواهد مغناطيسية زائفة على حدود خط اللحام ففي بعض انواع الحديد ... ويعتمد ذلك على النركيب الحبيبي الداخلي ـ قد تنشأ منطقة حدود ضبيقة تكون النفاذية المعناطيسية لهما قليلمة لحمد مما Smailer permeability والتي تظهر شواهد

مغناطيسية زائفة وكمثال على ذلك يوضح الشكل التالي شكل رقم (١٣١) A كما لو كان هناك شق على دلول نهاية اللحام في حين ان الشكل رقم (١٣١) على دلول نهاية اللحام في حين ان الشكل رقم (١٣١) على منطقة حدود في نهاية معدن اللحام ومثل تلك العينة تختفى منها هذه الشواهد المغناطيسية بعد معاملتها

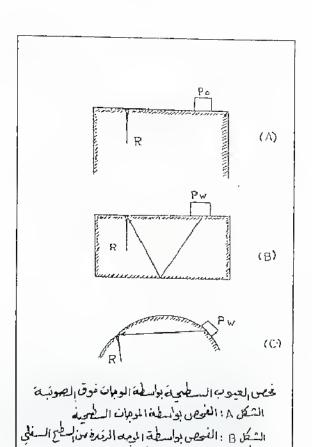
حزاريا ٠



اما الفحص بالموجات فوق الصوتية فتتيسح قواعده الاساسية امكانية الفحص بواسطة الموجات السطحية كما بالشكل رقم (١٣٢) و ذلك يعتمد الىحد كبير على جودة السطح ونعومته ولذلك يفضل فسي كثير من الاحيان استعمال موجسات المستعرضة والتي تنتقل بين السطح وحافة العيسب خلال المعدن كما بالشكل من الشكل رقم خلال المعدن كما بالشكل من الشكل رقم (١٣٢) •

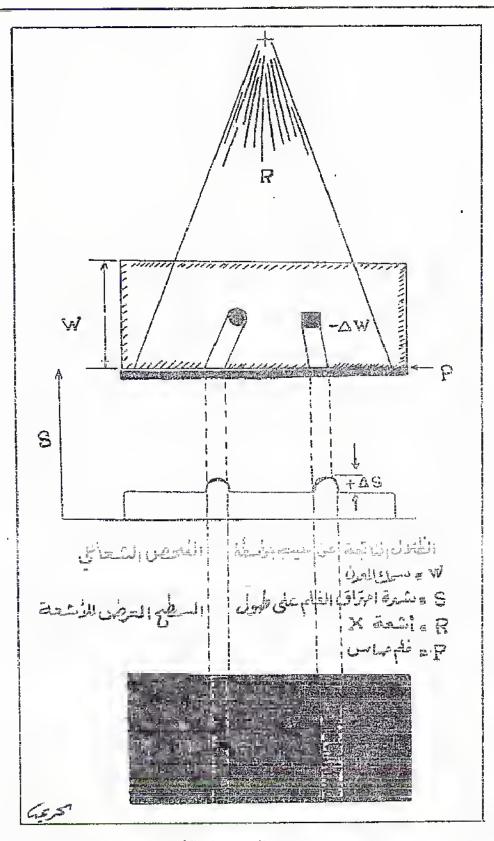
#### طرق الفحمى لاكتشاف الميوب الداخلية

بواسطة الفحص الشعاعي يمكس الحصول على خلال للعيوب الداخلية المتواجدة خلال مرور الاشعة وبحد ادنى يتراوح بين ٥٠ الى ٤٪ من سمك المعدن المعرض للاشعة وذلك يعتمد على سمك المعدن وكثافة اشعة اكس او كاما وعلى حساسية الفلم كما في شكل رقم (١٣٣)



الشكل c العنص على سيطيح منصى

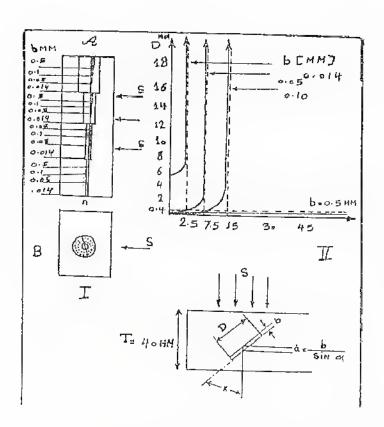
1987 - 3 -



1177 - 17 Jan

وهذا الأسلوب يستخدم اذا كان مدى الغيب على السعة width والعمق depth وزاوية السقوط - angle of incidence والتي يمكن تقديرها بقطعة الاختبار الموضحة بالشكل (شدكل رهم ١٣٤ ] وفي الشكل (شكل رهم ١٣٤) يوضح قيم الحساسية المقاسة بهدده الطريقسة ومقارنتها بالقيمة النظرية ، والاخيرة مصـــوبة مغرض ان سمة العيب في اتجاه الاشعة >a=b/SIN لاتزيد عن ١/ من سمك المعدن المعرض للاشسسعة وهو ٤٠ ملم وهذا الفرض يتحقق عندماD>رح D>ر م

( سعة العيب ) في الاتجاه المستعرض للاشكعة الناتجة لن تكون ظاهرة بالدرجة الكافية • وهمدا يعني ان الثميقوق الدقيقة تكون مسعبة او في الحقيقة غير ممكن اظهارها بواسطة الاشسعة وحتى الشقوق الاكبر قليلا أو المسطحة Flin flaws هأن زاوية ميلها على اتجاه الاشعة يؤثر بصورة كبيرة على الشواهد الناتجة ، ومقدرة التحقق من العيبة (يعرف بالحساسية scusitivity ) يعتمد



رستل راسم ۱۳۴۱

الشكل يوضح امكانية التحقق من السيب والحساسية تكون دالة على العمق وسعة العيسب وزاوية السقوط •

 ${\sf gaps}$  مقطمة اختبار ذات فتحات  ${\sf A-A}$  بسعات مختلفة يمكن ادارتها حول محور

B _ مسقط افقي لقطعة الاختبار _

II — حدود الحساسية للسيب ( الفتحة ) ٠٠٠
 القيمة المحسوبة ١٠٠٠ القيمة المقاسة عمليا ٠

S ــ اتبعاء الاشعة

D ـ عمق الفتحة

عو_ زاوية السقوط للاشعة ·

d ... سعة الفتحة أو العيب

a ـ عدى الفتحة في اتجاء الاثمة

T _ سمك المحدن

عند الحساب النظري لمقدرة التحقق تعدوه ما ما ما ما ما ما ما ما النظر الى المتقار

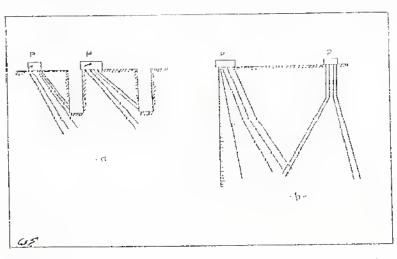
الوضوح وعنداما تكون D بالكبر الكافي بحيبت تكون SIN ≈ > 100b

وعلى هذا الاساس نرى عمليا ان شق بسعة وعلى هذا الاساس نرى عمليا ان شق بسعة يمور ملم يعطي حساسية بمقدار حوالي 7 / 7 مع زاوية سقوط (9 / 7 = 0 من اللهاره بزاوية حيود قدر ما (9 / 7 = 0 من شق بسعة (9 / 7 = 0 ملم نجد انه لايمكن التحقق منه او اظهاره عند زاوية (9 / 7 = 0) •

مما سبق نستطيع القول بكل تأكيد أن أمكانية أخلهار شق أو عيب في معدن اللهام بواسطة التصوير الشماعي ليس بالشيء المسير والكن ذلك لايعني أبدا أن أمكانية هذا الفحص بدون حيود أو أن الاعتماد عليه كانى بصورة مطلقة -

#### الفحص بواسطة الموهات الصوتية

الحالات التي يمكن فيها اكتشبساف العيوب الداخلية بواسطة الموجات فوق المسونية هي كما يلي:



شکل رقم (۱۳۰)

يجب أن تسمح المادة بمرور الموجسات الصوتية خلالها ٠

سيجب ان يكون العيب قابل للكشف بالموجات الصونية بمعنى ان لايقع العيب في منطقة الظالا على امتداد الاركان كما في ان الشكل رقم (١٣٥) و لا تدركه الموجات نتيجة حيود الموجات الصوتية على حدود القطعة كما في الشكل ان

ـ يجب ان يكون شكل وتركيب العيب بوضع معين يسمح على الأقل بجز، من الموجات ان ترتـد منها كما هو موضح من الاشكال .a.b.c. او ان الموجة المرتدة تضعف نتيجة وجود العيب كما فسي الشكل له ، ولكن العيب المسطح اذا كان تركيب في اتجاه الموجات لا يعطي شواهد بوجود عيب كما في الشكل ه .

_ هناك بعض العيوب القريبة من الســـطح

والتي تقع في المنطقة الميتة للباحث ولمعظم انسواع

الباحث تكون هذه المنطقة بعمق (١) سمم ، وفي

الامكان تقليل هذا العمق عن طريق المفصل المحوتي

والكهربائي للبلورات الراسلة والمستقبلة للموجنت

والثك رقمم (١٣٧) ويوضح عيد وب

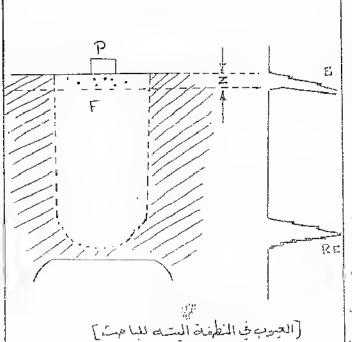
قريبة من السطح ، عبارة عن فقاعات هوائية في عينة

ZE الموجة الوسطية المرتدة عن العيب RE الموجة المرتدة من السطح السفلي للعينة P مجس

شكل رقم (١٣٦) ( انعكاس الموجات المصونية من اسطح عيوب بأشكال مختلفة )

اللهم ( المحملح مسمل وحد الله و ) أأمن عا النتاساءيما بوالمحلة الواحث الاحترادي و

واخيرا فاته لايمكن بالفحد بالرجات فدر الدوتية الاحساس بعمق العيب اذا خان مسدن الشرك بعكس النحس الشرحاعي - كمان الاحساس باتباه وتركيب العيب امر ملكوك فيه وانجا حالنحص بالوجات فوق السوتية للحام وربب ان ناون الموجات مرسلة عموديا بقدر الامان الراد فحسها والمتوت بها العيرب واكن لكون الشواهد التي نحصل عليها مزم بود على غالسة الجهاز نتان لحد كرير باتباه وتركيب على شائسة الجهاز نتان لحد كرير باتباه وتركيب شكل وتركيب الحيب فان اسمنتاج شكل وتركيب الحيب يكون من الصعب التحتق منه عالم ينان الديب يكون من الصعب التحتق منه عالم ينان



James P

S. Hadada s

1 ... 1

E ، الموجه الرسلة

RE المرجة المرتدة عن السماح المسلم



# ولفصلي ولثكالنس

# وحص الأجمع النفطية

اولا - طريقة فحص الاوعية التي تعمل بضعط ثانيا - طريقة فحص المبادلات الحرارية ثالثا - طريقة فحص المراجل رابعا - طريقة فحص الافران والمداخن خامسا - طريقة فحص الانابيب سادسا - طريقة فحص صمامات الامان سابعا - طريقة فحص الخزانات شامنا - طريقة فحص الخزانات ثامنا - طريقة فحص اللوفعات تاسعا - حبال الرفع الفولاذية

تستعمل مواد آخرى مثل النيكل ، الالمنيسوم ،أو احدى السبائك الفلزية ، وفي بعض الاحيان عنده يكون معدن الحديد المطاوع غير مقاوم لعوامسل التعرية والتآكل بالظروف التحسميمية المطاوبة غانذاك يغلف الوعاء أو البرج كليا أو جزئيا مسن الداخل ببطانة من معدن أخر لمقاومة مثل هدده الخاروف التشغيلية وطرق الاكساء هذه تقسم الي --- الناسعيلية وطرق الاكساء هذه تقسم

السفائح المدنية والمقاومة التأكل بعد صنع الوعاء نفسه وذلك بتثبيته على جدران الوعاء من الداخسا و على نمكل قطع مستطيلة الشكل وتلمم مع بحدها وتسمى هذه الطريقة بسلمانية الشكل وتلم

ب _ يتم في بعض الحالات عملية الاكساء بمواد غير فلزية ولكنها مقاومة للحرارة أو التاكل أو التحرية ومن هذه المواد السمنت المسلح أو الطابوق الناري أو الطابوق المقاوم للحوامة وغيرها من المهواد ٠

بالاضافة الى ماجاء اعلاه تحتوي الاوعية على بعض الاجزاء مثل وجود صواني كالإعراء مثل وجود صواني

اولا _ طريقة فحص الاوعية والابراج التي تعمل بضغط

أعداد الهندس ـ حكمت جعفر الحسن ا ـ مقدمة ( معلومات عامـة )

تعرف الاوعية والابراج التي تشتغل بفسفط مي التي تصمم على ان تتحمل ضغطا مقداره ١٥٠ رطل / انج مربع فما فوق وتسمى Pressure رطل / انج مربع فما فوق وتسمى Vessels

أما الاوعية التي تشتغل بضغط أقل من ١٥ رطل / انج٢ فتمرف بالاوعية ذات الضموط الواطئة أو ذات الضموط المسادل للفسيفط الجسوي Atmospheric Pressure

ويتم تعميم أشكال واحجام هذه الأوعية والابراج حسب متطلبات عملها في الوحدة التشغيلية ونسوخ المادة الداخلة الى هذه الاوعية وكميتها ، فهنساك الاسطوانية الشكل العمودية منها والأفقية وكذلك الدائرية الشكل او البيضوية والطروية مها الدخ ويتمربط اجزاءالوعاء او البرج بعدة طرق منها القديمة والتي كان يستعمل فيها مسامير التثبيت Rivets

اما الطرق الحديثة المستعملة غبي طرية - قاللخام وهناك عدة طرق لحام أيضا تستعمل وحسب تصميم الوعاء والظروف المطلوبة للتشغيل ومسن أهم المواد المستعملة في صنع الاوعية هي صفائل الحديد المطاوع والقابل للحام وهناك بعنى الاوعية والابراج التي تستعمل تحت ظرف تشنيلية خاسة

قبراطح ، انابيب داخلية وغير ذلك ، اما استعمالات مذه الاوعية والابراج فلا يكاد يخلر اي معمل أو مصنع مهما كان نوعه منها فقسم منها يستعمل في معامل تصغية النفط للتجزئة او التكرير و التسدخين او الخزن ،

٢ ــ أسياب عملية فحص الاوعية ومشاك..ل
 التاكمل الرئيسمية = ...

من أهم أسباب عملية المفحدس الهندسسسي الماروعية والأبراج هي لمعرفة الخاروف الفيزياويسة الاروعية وكذلك نوعية ومتدار التأكل أو التعربسة نتيجة تلك الظروف لذا مع توفر كافة المطسومات المالدية أثناء عملية الفحص الهندسي فأن هسده العملية سوف تطيل هسن المستمرارية التشاغيل للوعاء وسالامته وكذلك تقليل الجهسد في عمايسة المادية وكافتها واخيرا يزيد من انتاجية هذه الاوعية وكفاءتهسا و

ومن أهم المهام التي يضطلع بها مهندسسس الفحص الهندسي هي محاولة ايجاد التآكل في الاوخية والابراج وتحليل ودراسة مسبباته واخيرا محاولة أيتاف وازالة أثار هذا التآكل ويحدث التاكل في الاوعية والابراج بعدة أنواع واشكال وتحست مختلف الظروف التشغيلية وكذلك باختلاف المواد النفطية التي تحتويها تلك الاوعية وانواع التآكل هي كما يلي باختصار = _

(۲-۱) التآكل الحاصل بسبب وجــــود مركبات الكبريست

وأن الوعاء يشتغل عدر الوعاء يشتغل بدرجة حرارية أكثر من (٥٠٠) درجة فهرنهايتيك والسبب الاخير هو السبب الاكثر شيوعا والاكثر تائيرا في الاوعية لذا فان المعدن المقاوم لهذا التآكل مو الحديد المقاوم للحدا Stainless Steel

اما معدن الحديد المطاوع أو الحديد المداوي على معدن الكروم بنسب ضئيلة ضان مقاوه المدن حليقة خليفة وانذاك تتكون على سطح هذا المعدن حليقة سميكة من كبريتيد الحديد ، اما التآكل الذي يحدث بدرجة حرارية واطئة واقل من درجة التكنف للماء غأن المنطقة المعرضة لهذا التأكل هي المنطقة العايا للإبراج أو جدران الوعاء الملامسة لجريان المساء الداخل الى الوعاء الماء تحصل باستمرار وهذا التاكل مما يزيد من تكون الحوامض المساعدة على التآكل، مما يزيد من تكون الحوامض المساعدة على التآكل الحاصل بسبب وجود مركبات

الكلسور من أهم مركبات الكلور الفعالة في هذا النوع من التآكل هي كلوريد الهايدروجين (HCV) ويحدث التآكل في المناطق ذات الحرارة الواطئسة ويذلهر هذا التآكل على شكل تنقر شديد Pitting

# Graphitic Corrosion التاكل الكرافيتي (٧-٢)

يحدث عادة مثل هذا النوع من التاكل فيحديد الحب Cast Iron وعندما يتعرض هـــذا المعدن التي درجة حرارية واطئة أو أوطئ مــن درجة التكثف للماء كما يحدث عادة في الاوعيــة والابراج التي تستلم المواد الباردة ومن جماــة هذه المواد مواد النفط الخفيفة والناتجة من عمايـة التصفية الرئيسية أو النفط الخام الحاوي علـــى التصفية من الكلور ويمكن تمييز هذا النوع من التاكل حيـث يجعل المعـدن هشـا وناعمـا ونومـمامات ،

#### (١-٨) التآكيل المسوي

#### Atmospheric Cororsion

يحدث هذا النوع من التآكل لكل الاجسراء الخارجية للاوعية والابراج ذات الضغط ويعتمد آعتمادا كليا على الظروف الجوية الحلية لكل منطقة ومن الامور المساعدة لهذا النوع من التآكل هي تلوث البو بالابخرة الكيتياوية أو وجود فجسوات أو شغرات أو أمكنة من الممكن أن ينحصر فيها الماء لمدة طويلة حيث تكون عذه المنطقة هي بداية التآكل وهناك حالة شائمة جدا وهو أن بعض العسوازل

Insufating Materials التي تغلف بها الابراج أو الاوعية حفظا لدرارتها تكون غير مقاومة لنفوذ الماء فيها Water proof وانذاك ينفذ ماء المطر أو غيره ويلامس جـــدران الوعاء لمدة طويلة معا يساعد على التآكل وتحــدث

هذه الظاهرة في الاوعية والابراج التي تشتغل تدت ظروف تشغيلية باردة Cold Service ·

#### ٣ - التآكل بواسطة التعرية Erosion

تحدث التعرية Erosion عند وجدود الجسام صلبة في السوائل الجارية ويجوز أن يحدث خلك أيضا في منطقة تداخل الابخرة في السوائل أو المناطق التي تتعرض الى جريان السوائدل المناطق التي تتعرض الى جريان السوائدل ومن الامثلة الواضحة لذلك مي المناطق المواجهة ومن الامثلة الواضحة لذلك مي المناطق المواجهة

ومن الامثلة الواضحة لذلك مي المناطق المواجهة لدخول السوائل الى الابراج أو حول الحواجز الداخلية أو من جراء وجود الجريان حول الصواني وتصبح درجة التآكل شديدة عندما يتوافق وجود تاكل بواسطة التعرية مع تاكل بوجود بعض المواد الكيمياوية وأندالك يصبح مقددار التاكل كبير ومن الامئلة الواضحة على ذلك مسي المناطق المتعرضة السوائل الداخلة الى أبسراح المناطق المتعرضة الداخلة الى أبسراح التصنية لذا تخلف هذه المناطق متاوم للتعرية وألتاكم في آن واحد ء

٤ ـــ التغي الفيزياوي والتركيبي للمعدن ٠ Metaliurgical and phsical changes

#### الله عامة (١-٤) معلومات عامة

أن الظروف التشغيلية كالضغط والصسرارة المسلطة على الاوعية والابراج لها تأثير كبير علسى الخواص الميكانيكية أو الفيزياوية أو النركيبية ومن جراء ذلك يحدث التآكل أو الفطور Cracks

وغيرها فمثلا أذا تعرض الوعاء الى أرتفاع في درجة المحرارة أو تبريد بصورة غير طبيعية فأن هذا يؤثر . على التركيب الجزئي للمعدن وكذلك على التصفات الكيمياوية له •

## ( ٤-٢ ) الترسيب الكرافيتي أو الكاربوني

يحدث مثل مدذا التغدير في معدن الحديدد المطاوع وكذلك في سبائك الحديد مع عنصر المرلبدنم Molybdenum في حالة تعرضه الى درجة درارة عالية تتراوح بين ١٤٠٠هـ درجة فهرنهايدت ولمدة طويلة جدا ومن الامثلة على ذلك مايحدث في مفاعلات التجزئدة .

# ( ٦٣٣ ) تاثير الهايدروجين تحت ظـــروف حراريــة عاليـــة

High Temperature Hydrogen attack

أن تأثير الهايدروجين أو نغوذه في المسادن

يختلف باختلاف درجة الحرارة ففي درجة الحرارة المعتدلة فأنه ينفذ الى المعدن ويكون الانتفالة فانه ينفذ الى المعدن ويكون الانتفالة أما وكما تم شرحه في فقرة سابقة أما في درجة حرارة عالية فلايمكن رؤية تأثيره على المعادن بالعين المجردة ولدراسة هذا النوع مسن النفوذ يتم فحص بعض نماذج المعدن بموجها وفحص التركيب الداخلي أو الجزئي بواسطة جهاز الميكرسكوب أما في درجة حرارة أعلى من (١٥٠) درجة فهرنهايت فان الحديد المطاوع يصبح هشا وضعيفا نتيجة نفوذ ذرات الهايدروجين الى داخل وضعيفا نتيجة نفوذ ذرات الهايدروجين الى داخل المعدن وتفاعلها مع الكاربون الموجود في المعدن

ويحدث ذلك في وحدات التكرير أو وحدات تكويس الهايدروجين أو الوحدات التي تستعمسات الهايدروجين لمعاملة المنتجات الاخرى كالدهسرن والشمع ، أن أقل درجة حرارية ممكن الهايدروجين أن ينفذ أثناء أشتغال الوعاء أو البرج تعتمد على عدة عوامل مهمة منها الضغط الجزئي للهايدروجين

المدنودرجة الشوائب ومواصفات سطح المدنوالجهد المسلط عليه وغيرها من العوامل الاخرى واعتياديا عند أختيار الحديد المطاوع أو سبائك الحديد بكون ذلك بعد معرفة درجة حرارة نفوذ الهايدروجين عند نوفر المعلومات الكاملة لعوامل نفوذه كما ذكرت أعلاه ممناك فترة زمنية بين وقت نفوذ الهايدروجين وبين بداية تأثيره على الخواص الميكانيكية المعدن وتتراوح هذه المدة بين بضعة ساعات الى عدة أيام وسنين وتعتمد على شدة وقسارة الظلسووف التشغيلية وفي هذه الفترة المصورة يتم تحويل ذرات الهايدروجين الى جزيئات الهايدروجين في فجوات المعدن كVoids وبعدها تتمدد جزيئات فيتمدد جزيئات الهايدروجين مع الكاربون الموجود في المسلسون ويتحول الى غاز جديد هو الميثان ويتحول الى غاز جديد هو الميثان وتتحول الى غاز جديد هو الميثان وتتحوي وتتحول الى غاز جديد هو الميثان وتتحوي و

ويعدون على تربعي ويعدون علية التفاعل بسرعة كبيرة وتكبر الفجوة فيصبح أنتفاخ أنذاك تبدأ الخواصــــن الميكانيكية بالتغير فيتقل قوة المعدن وكذلك قابليته على المرونة وتحدث فطور في المعدن عند حدوث الانتفاخ منا يحدث نتيجة غاز الميثان وليس نتيجة غـــــن

3.00

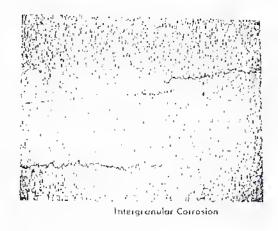
الهايدروجين كما يحدث عادة في درجات الحرارة: الواطئة نسبيا .

Unstabilized Austenitic الاوستيني وغير المستقر بين درجة حرارة (٧٥٠-١٥٥٠) درجة فهرنهايت او يتم تبريد هــذا النوع من الحديد بــين حــدود الدرجة اعلاه فيتم تكوين الكاربيد وهو عبارة عن أتحاد عنصر الكروم مع الكارمون وترسعه علىسى Grain الحدود الخارجية لجاميع البلورات Boundaties ومع ذلك غان الترسيب الكاربيدي Pracipitation غير مضر اوحد، ولكن في هذه الحالة يصبح للحديد القاطبة علي تقبل التاكسال علي هدود المجاميع بواسطة السرائل هفيفة البركيز والمسببة للتاكل ، ففي الأوعية التي تشتغل تحت درجة حرارية اقل من ٧٥٠ درجة فهرنهايت فان هذا النوع من التآكل محتمل حدرثه في المنطقة القريبة من منطقة lieal affected Zone اللحام والتي تسمى وكذلك هناك أحتمال وجود مثل هذا التآكل بسبب وجود بخار الماء أو الرطوبة العالية في الاوعيـــــــة

ويعدث ذلك عند فعص الاوعية أو الابراج بواسطة

الضغط الماثي أو اثناء غسل الاوعية وكنثال علسي

هذا الناكل شكل رقم ١٤٠



### شكل رتم ١٤٠

# ماثير القوى الميكانيكية على المفادن معلومات عامــة = __

هناك بعض القوى الميكانيكية من المعتمل أن تؤثر على الاوعية والتي تسبب عتل الاوعية أو على الاقل نقليل كفاءتها أثناء أشتغالها مقارنة مصح أشتغالها بدون تأثير تلك النيرى ومن الامثلة على ذلك المحدمة الحرارية Thermal Shock أي ارتفاع حرجة الحرارة بصورة فجائية وبسرعة أو تغير درجة الحرارة بين الزيادة والنقصان بشكل دوري ومندغلم وتسمى Vibration أو كضغط مسلط أعلى من المحدوح به أو جهود خارجية مسلطة ممن المحدوح به أو جهود خارجية مسلطة القوى الميكانيكية قد يحدث فطر القوى الميكانيكية قد يحدث فطر المعدن أو أنتاخ أو أي شيء أخر يؤثر على عمل الوعاء أو على الوعاء أو على الوعاء أو على الوعاء نفسه ه

## Thermal Shock الصدمة الحرارية

من المكن أن تحدث هذه الظاهرة على الاوعية عندما يتعرض الوعاء الى زيادة مفاجئة في درجة الحرارة أو أنخفاظ مفاجى، في درجة الحرارة وتبعا لذلك يتكون جهد Stress في جدران الوعاء نتيجة تقلص أو تمدد الجدران بصورة غير طبيعية وهذا يساعد على حدوث الفطور أو غيرها أو احتمال حدوث عطل وخاصة في الاوعية ذات الجدران غير طبيعية (باردة أو حارة جدا) تكون معرضة الملك مذه الظواهر اكثر من غيرها وخاصة عند بدايسة تشغيل تلك الاوعية أو عند أيقافها عن العمل لهذا يجب أن تحمى تدريجيا في المحالة الاولى أو تبدرد تخريجيا في الحالة الثانية والشكل رقم (١٤١) يمثل مد نتائسج هذه الظاهرة ٠



Damage Coused by Thermal Shock

شكل رقيم ١٤١

# (م_٣) التفير الدوري المنظم لدرجات الحرارة Cyclic Temp. changes

تحدث هذه الظاهرة في الاوعية التي تشتغل تحت ظروف حرارية مختلفة وبصورة منتظمة بين حرجة الحرارة الباردة والحارة وبالعكس ونتيجة هذه الظاهرة يحدث في الاوعية والابراج ظاهررة يحدث ألكال الحراري Thermal fatigue وبعد أن يحدث الكلل تحدث فطور في سطح المعدن وتنتشر بيطه في بادىء الامر ولكن انتشارها يصبح اسرع عندما تتغير درجة الحرارة الى أن يحدث العطلال و الدمار للوعاء وكذلك تحدث ظاهرة الكال الحراري في المناطق التي تتصل فيها بعض المادن مع بعضها في المناطق التي تتصل فيها بعض المادن مع بعضها بواسطة اللحام ولكون هذه المعادن المتصلة ليس لها نفس معامل التمدد ،

تحدث ظاهرة التذبذب او الاهتزاز في الانابيب ونتنقل الى الابراج والاوعية هنؤثر مباشرة على الابراج والاوعية هنؤثر مباشرة على Nozzles وكذلك على جدران الوعاء بسبب قوى خارجية غير محدودة وتحدث كذليك في الوحدات النشغيلية التي تحتوي على ضاغطات الوحدات النشغيلية التي تحتوي على ضاغطات كابسة Reciprocating pumps وتسبب حدوث الفطور أو الكلل في مناطق الاتصال بين الانابيب الخارجية و الكلل في مناطق الاتصال بين الانابيب الخارجية و إو الكلل أو جدران الوعاء أو مناك احتمال الظاهرة في وحدات الهدرجة أو وحدات التجزئة المتصفية ه

(هــه) اضطراب مفاجىء الضفط وازديداك درجلة المسرارة Pressure Surge and Excessive Temperature

يزداد الشحط احيانا في الرعماء لاسبب عددة منها فشل صمام الأمان في خفض الفاط مما يساعد على زيادة النسعط اكثر من المسموح به في الوعماء غيمب انتفاخ في جدران الرعماء Butging وكذلك تحدث هذه الظاهرة عندما يشتغل الوعاء في درجة حرارية اعلى من المسموح بها وتحت ضغط كبير جدا فيسبب الانتفاخ في جدران الوعاء وخاصة عندما يكون معدن الوعست من النوع الذي تقل متانته او قوته بازدياد در هـــــة الحرارة ويحدث هذا ايضا في الاوعيسة التي تغلف من الداخل بعوازل ضد الحرارة العالية وفي حالسة وجود اي تشقق او تلف في تلك العوازل عان ذلك يساعد في ارتفاع درجة حرارة الجدار في منطقة Hot spot وهذا بالطبع مع الوقسات يعمل على انتفاخ الجدران في تلك الناطق أو تأفيا ،

٦ ــ الاختيار الردىء لمعدن الوعداء أو عي طريقة مستعه

Faulty Material and Fabrication

من المجتمل حدوث مشاكل في الاوعياة ذات الضغوط فسى حالسة الاختيسار الردى، للمعدن أو في طريتة صنع الوعاء وتسبب بذلك شقوقا او نضوح او تآكل شديد ، يعدث احيانا اثناء سانع مسخائع المديد أن تتكون طبقات داخلية في داخل المعدن من الاوساخ او النوائب او عدم تجانس المدن ننسه

خيسبب شعقوق عريضة داخلية اي متوازية معم سيلح الصفائح ننسبها Laminations وهذه الشتوق تبدأ بالانتفاخ بعد اشتغال المعدن ممسا تسبب في ظهور فطور كبيرة وتؤدي بالنتيجة السي دمار الوعاء فالشوائب الوجودة في طبقات المحدن تعدث بكثرة عند حلم هديد الصب - Castings وبعد الاشتغال وعندما يبدأ التآئل بالتكوين تكون هذه الشوائب مساعدة ومعجلة على عملية التآكل في تسريع تشقق الجدران او نضوحها وتدمير الوعاء وهناك اهتمال اختيار المحدن غير المناسب لظررك ممينة مما يساعد على التآكل بصورة سريعة جددا وغير وتوقعمة م

اما النقطة المهمة الثانية نبى رداءة طريقسة حسنع الوعاء ومن اهم اسبابه اللحام غير الجيسد ويحدث عندما تكون طريقة لحام صفائح الوعداء غير جيدة أو عدم وجدود المتمدام كامل بطيبة اللحام أو باللحام ننسك عمل يحصب ان ماف قوة اللعام وبالتالي يؤدي الى حدوث خطرر في اللحام وذلك بسبب وجود الشوائب أو عدم نفوذ اللحام بمبررة صحيحة وغيرها من الأسباب التسي نؤدي الى فشل اللحام اما السبب الاخر الهسم فهدو التعامل الحدراري غدر الصحيح Improper heat treutment فيسبب هذا في بهاء Residual Stress تمية كبيرة من الجهد الكامن

في المناطق المجاورة لمناطق اللحام وعدا بدوره يؤثد

علي الخصواص الفيزياوية المعصدن وبالتالي على مقاومته المتآكل او يسبب في حدوث تتقق او غطور حول Nozzles او غيرها ويحدث ايضا في حالة وجود مواد مساعدة التآكل وبمساعدة الجهد الكامن فان ذلك يؤدي الى مدوث التآكل الجهدي Stress Corrosion كما تم شهرحه سابقا او جعل المعدن هشا وقابل الكسر تحت ظروف غير طبيعية والمبيعية والمنافقة المنافقة والمنافقة والمنافقة

V ... الموامل المؤثرة على الفحص الهندسي ...

هذاك عدة عوامل مؤثرة على الفحص الهندسي وبالتالي تحدد الفحص ونوعيته ومن اهمهال دراسه تنظيم وقت الفحص الهندسسي الدوري ومعرفة نوعية التاكل الحاصل أو المناكل الحاصلة للإجهزة وكذلك مقدار السمك المسموح به التاكال

Corrosion allowances!

ومعدد التآكدل ومعدد ويتغير مع نوعية النفط وطبعا هذا المقدار يعتمد ويتغير مع نوعية النفط الخام المستعمل وكذلك مع الدرجة الحرارية التدي بتعامل فيها ذلك النوع •

يتم تنظيم وقت الفحص الهندسي بعد معرفة ظروف الاجهزة من خلال النقارير المستمرة لوضعية الاوعية تحت الاشتغال وبعد اجراء الفحص الهندسي عليمبا لعددة مرات اما الناء الاستغال

On Stream Inspection او بعدد توقف الاجهزة عن الاشتغال وبعد دراسة تلك التقارير وبالانسافة الى المعلومات الاخرى يتم تحديد وقت الفحص الهندسي الدوري للاجهزة وعلى شرط ان يكون الوعاء دوما في حالة يسمح بها بالاثستغال مسرة اخرى ٠٠

# Methods مرق الفحص الهندسي $\Lambda$ of Inspection معلومات عامة (۱ $\Lambda$ )

قبل بدء الفاحص الهندسي بعملية الفحدل على الوعاء او البرج عليه ان يطلع على بعض الاحود المتعلقة بذلك الوعاء مثل الضعط التشعيلي أو عرجة الحرارة التشغيلية للوعاء طيلة مسدة الاشتغال وتأثيرها على الوعاء وكذلك نوع المادة الداخلية او المستعملة او التي يحتويها ذلك الوعـــا، اتدا، الاشتغال ، كل تلك الامور تعطي صوروة والهساهة للفاحد الهندسي بالتعاون مع المشغل المسكؤول عن الوعاء للتركيز على بعض النقاط التي تكـــون معرفية للتلف او التاكيل او أي عامــــل اخر مدمر للوعاء • مناك اجهزة فحص عديـــدة ومتنوعة تساعد الفاحص على اكمال العمل بصورة صحيحة ودقيقة ، يكون الفحص الهندسي للوعداء او البرج خارجيا او داخليا وهناك عدة نقاط يجبان تلاحظ اثناء الفحص ومن المحتمل أن يطلب الفلحمن رفع بعض الحوازل او العوارض لاجرا، عمليسة

الفحص فيما اذا كانت مناكبعض الشكوك في حدوث بعض المشاكل او التآكل خلف تلك العوازل وبالطبع فان تلك العوازل الخارجية او الداخلية تكون ضمن الفحص العام لانها مؤثرة بطريقة او اخرى علسى حالة الحدران للوعاء من جراء الطروف التشسعيلية او الظروف الجوية لذا يجب ان يكون الوعساء او البرج خاليا من الاوساخ او الترسبات - وكذلك ترفيح عند الاجدزاء الداخليدة او بعض الاجزاء الخارجية لكي يجعل الفاحص قريب جدا ودقيق في عمله • من الامور المهمة التي يجـب على الفاهدس الهندسي اتباعها هي اجراءات السلامة اللازمة لدخول الوعاء فمثلا يجب أن يعزل الوعاء عزلا تاما عن جميع مصلحادر الفال او البخــار او اي محــدر اخــر ويجـب ان يكون الوعاء مفتوح كليا لكي نتم عملية النهويــــة الكاملة ومن المفضل أن يكون هناك أهد الاشتخاص المساعدين للنامتص الهندسي لكي يكون على اهبة الاستعداد للمراعدة أأقامهن الهادسي أمناء عطيسة القصص او عند اي خطر من المحتمل أن يواجه القاحص •

### 

هناك عدة نقاط أو أماكن متواجدة على الأوعية أو الإبراجيجبان تقصص بعناية ودقة لما لها منتأثير كبير على الوعاء نفسه وكذلك من المكن فحصها

والوعاء في حالة اشتغال لذا فان فحص هذه النقاط سوف يقلل من الوقت اللازم لفحص الوعاء بكامله اثناء توقفه عن الاشتغال •

من اهم تلك النقاط: ــ

## (٨-٢-١) ـ المرات ، الدرج ، المسالك :-

من الممكن فحص المعرات والدرج والمسالك للوعاء اثناء اشتغاله ريجب البدء بالفحص من اسفل الوعاء السى الاعلى و النقساط المهمة التسبي يجب ان تلاحظ هي جميع الاجزاء المتاكلة و المكسورة أو المفطورة وكذلك براغبي الربسط Bolts في المعرات أو السوفان wear في المعرات أو السرخان مقابض اليد ومعاولة صبغ هذه النقاط بنوع خاص من الاصباغ المقاومة للتاكل أو التأثير الجوي والتاكل عادة يحدث في مناطق تجمع المياه أو الرطوبة لذا يجب أن تلاحظ هذه المناطق وأن يحاول رفع الصدا المتكون والموجود للكشف عن تلك المناطق و

# (الماعمة) قواعد تتبيت الوعاء وصالده الم

تصمم القواعد المثبتة للاوعية والابراج في عدة اشكال وحسب المجام الاوعية او رضيعيتها وتصنع عادة من مادة السمنت المسلح بقضبان او غيرها من المواد ومن اهم النقاط الواجب ملاحظتها مي الفطور او درجة الاستقرار للسمنت المسلح او الانفسال وغيرها من الموامسل المؤثرة الاشترى ٠

ويحدث التقشر او الانفصال Spalling منتيجة تعرض القواعد الى درجة حرارية عالية ادثر من المقرر أو أي اضطراب مفاجى، أو صدمة مفاجئة او في بعض الاحيان يحدث تآكل في قضبان الحديد المسلحة او المقوية للسمنت والقريبة من السلطح وملاحظة هذه العوامل تكون ظاهرية وواضحة للعين المجردة اما الفطور فتحدث عادة نتيج ـــة الحرارة العالية او التصميم الردى، او عدم الاستقرار النابت للقواعد المسلحة ومفكن مالاعظة الفطور ايضسسا بوضوح ، اما النقطة الاخيرة والمهمة وهي درجــة استقرار القواءد فهناك سماح خاص لاستقرار السمنت المسلح بعد بنائه ووضع الاوعية والابراج عليه وهذا شيء متوقع ولكن في بعض الاحيـــان يحدث أن يهبط السمنت ويمكن ملاحظة ذلك بمقارنة تلك القواعد مع القواءد الاخرى والمجاورة لها أو مع أي مقياس أخر ٠

ويحدث عادة في القواعد الطويلة نسبيا او العريضة او اذا كان الوعاء يستند على قواعد منفصلة عن بعضها •

(٨-٣-٣) الحبال الحديدية الخبتة للاوعيـة الوعيـة الوعيـة الوعيـة العبـراج (Guy Wires

تلك الابراج بحبال حديدية من عدة جوانب على ان يثبت الطرف الاخر من الحبال الحديدية في الارض بحيث تكون تلك الحبال مشدودة ومثبتة في كل الاحوال ، لذا فاننقاط ربط تلك الحبال الحديدية على الاوعية أو الابراج أو مع الارضين يجب أن تفحص وكذلك متانة الحبال وقوة الشد وأيضنيا الحبال نفسها يجب أن تفحص من خطر وجود تاكل خارجي أو كسر في أي جزء منها و

# الربط الكهربائي الأرضي (٨ـــ٢ـــ) الربط الكهربائي الأرضي Grounding Connection

عند نصب اي وعاء او برج يربط الجزء الاسفل منه او جدار الوعاء القريب من القاءدة بسلك نحاسي وهذا السلك يربط ايضا بقطعة نحاسية او حديدية مدفوعة في الارض على عمق ويتم ربط السلك بالوعاء بواسطة براغي الربط |Bolts ويلحم الطرف الاخر بالقطعة النحاسية ثم تدفن بالارض وتؤمن هذه العملية انسياب او مرور الكهربائية الستقرة في الوعاء إلاوعاء وعادة يفحص السلك من الكسر او اي عارض الوعاء وعادة يفحص السلك من الكسر او اي عارض اخر وكذلك تفحص نقاط الربط وسلامتها من التاكل ويفحص ايضا الجزء المدفون وفي بعض الاحيان تفحص قابلية التوصيل للسلك النحاسي ويفحص قابلية التوصيل للسلك النحاسي ويفي بعض الاحياسة وعادة يفحص قابلية التوصيل للسلك النحاسي ويفي بعض الاحياس ويفي المحياس النحاسي ويفي بعض الاحياس ويفي بعض الاحياس ويفي المحيات ويفي بعض الاحياس ويفي المحيات ويفي بعض الاحياس ويفي بعض الاحياس ويفي المحيات ويفي بعض الاحياب ويفي بعض المحيات ويفي بعض الاحياب ويفي بعض الاحياب ويفي بعض المحيات ويفي بعض المح

المليضها ، أما النوع الاخر من التآكل فهو التعرية ويمكن ملاحظة هذا التاكل من خلال مشاهدة جدران الوعاء حيث تكون المنطتة ذات مظهر برأق وناعملة اللمس ويمكن تحديدها بسهولة بؤاسطة النظـــر أو باستعمال أحدى الاجهزه المساعدة وممكن هدوت مثل مذه الظاهرة في الدغائج المقاملة لدخول المادة الى البرج أو الوعاء وعادة تصنع هذه الصفائح من مواد لها قابلية مقاومة التعرية أو السمسوفان وترضع على الجدران المتوقع فيها حدرث مسده الظاهرة لحمايتها من التعربة وتدمى تلكم الصفائح ومن المناطق المهمة الذي . Impingement plates يجِب أن تفحدل هي الله التي تقم تحت مستوى السوائلفمن المعروف أن يكون للسائل مستوىمعلوم في الابراج مشالا فوق الصواني فاذا كسان نوع المادة حامني Acidic corrodents غمن المكن عدوث الانتفاخ - blisters - بواسطة المنوذ الهايدروجين والذيرا يبهب أن يقهمن الجدار سَنَّلُ مِن أِي أَعْرِهَا مِ أَوْ عَلَّمُ إِلَى أَنْذَاهُمُ أَوْ أَلْفَارِحَ ويجب أن تقلس تلك للطمرج وتقدر شدتها علسي الوعياء •

العساء تحص البطانة العدانية المغلفة الوعساء المعادة Inspection of metallic Lining

هناك عدة أنواع من الاوعية والابراج تصمم وتجور مغنفة من الداخل ببطانة محدنية تسلمي Lining وتستحمل تلك السفائح لوقاية الوعاء من جدح أنواع التاثيرات كالتعرية والتآكل وحسب

العدن المستعمل ، أن عملية فحص تلك الصفائي المعدنية المبدلنة للوعاء تتركز على ثلاثة نقاط مهمة أوليما فحص حالة الصفائح العامة Conditions فحص حالة الصفائح العامة قد تمت ومقامتها للتآكل وثانيا أن عملية التغليف قد تمت بدورة مضبوطة properly Installed النقطة اليمة فهي التأكد من عدم وجود أي نطر أو ثقب في تلك الصفائح وفي مناطق اللحيم المرابطة لتلك الصفائح عداية لعملية الفحص بيجب

أن تفحص الصفائح بواسطة النظر وكذلك باستعمال المطرقة وذلك بالطرق بصورة خفيفة على تلك الصفائح وأذا وجد أي نوع من التاكل فيجب أن يغجم سمك الصفائح المتبقى رفي بعض الاحيان ترمع أحدى تلك الصفائح لقياس سمكها وكذلك فحص حالة الجدران خلف تلك الصفائح وكذلك يجب أن تفحص الصفائح لذكتف على الفطور حيت يمكن ملاحظة ذلك بواسطة المطرقة الخفيفة حيث من المكن ملاحظة دلك بواسطة المطرقة الخفيفة حيث من المكن ملاحظة دلك عند سماع فرق صرت المطرفة عدد الطرق على تلك الصفائح الحاوية على فطور عن غيرها أو باستعمال بعض السوائل الخاصة التي لها قاباية النفوذ بين الفطور والشتوق المضيقة والصغيرة من ضياء خاص للكشف عن تلك الفطور وتسميمى

Dye-penctrant مناك طريقة أخرى للكشف عن الفطور وذلك باستعمال الجهاز المغناطيسي مع مستحوق الحديد الناعدم حيث يتكسون مجال مغناطيسي حول وعلى حدرد الفطور من خلال

الطريقة لاتستعمل مع صفائح الحديد التي بهسا نسبة عالية من عنصر الكروم لأن هــذا المعـــدن لايمكن مغنطته ، من الامور المهمة هي ملاحظت وجود أنتفاخ في صفائح البطانة المعدنية وهذا يدل الصفائح مما تساعد على تسرب المادة السي الداخل فتنحصر بين صفائح البطانة وجدران الوعاء نفسه وأثناء التشغيل يحدث الانتفاخ نتيجة نقاعلل تلك المادة المحصورة وبالتالي أزدياد الضغط فتدفع الصفائح الى الامام وكذلك يحدث الانتفاخ نتيجة لمنهد معدن الصفائح نفسها ، وفي الاوعية التسسي تشتعل بالضغط السالب Vacuum يحدث الأنتفاخ أثناء التشغيل ومن ثم ترجع الصفائح الى مكانها في حالة توقف الوعاء ولذلك يلاحظ تعـــوج وتموج شكل الصفائح في تلك الأوعية . عند التأكد من تسرب المادة خلف تلك الصفائح فيجب في هسذه الحالة التاكد أيضا من عدم وجود تاكل في جدران الوعاء نتيجة وجود تلك المادة المحصورة وتحسمت مختلف الظروف التشغيلية ومن المحتمل أن تكون مسببة الى نوع من أنواع التاكل أو الضرر وفي هذه الحالة أما أن يفحص جدران الوعاء من الخـــارج ويقلس السمك بواسطة جهاز الذبذبات فوق الصوتية لمعرفة السمك المفقود نتيجة التاكل أو رفع أحدى الصفائح المنتفخة وفحص جدران الوعاء خلفهــــا للتاكد من وضعية الجدار بصورة مضبوطة ، والشكل

رقهم ١٤٢ يمثل صفائح النبطين وكذلك بيين أعدى

حالات المضرر التي تصيب تلك الصفائح وترسب المادة خلفهـــا •



-Strip-Lining Deterioration

لسناه رسم ۱۳۶۱

(المسرد) محص البطانة عي المسية الوعاء Inspection of non-metallic Linings

هناك عدة أنواع من البطانة المنطقة للاوعية من الداخل غير معدنية مثل البطانية الزجاجيسة البلاستيكية المطاط الملب الكونكريتيسة أو مصنوعة من الطابوق الخاص وتستعمل تلك الانواع من البطانة عادة لمقاومة التاكل لجدران الوعاء وعادة البطانة المصنوعة من السلمنت أو الطابون تستعمل لعزل أو حفظ درجة حرارة جدران الوعاء الذي يشتغل تحت درجات حرارية عالية و تفحص تلك البطانات بواسطة النظر لملاحظة أي غطور أو تشقق أو أنتفاخ أو أي شيء أخر غير طبيعي فسي البطانة نفسها ويجب أن تفحص معناية لان بعضها مثل البطانة الزجاجية والبلاستيكية سريعة التلف أو

الضرر و والشكل رقم ١٤٣ يبين بعض الفطور في البطانة الطابوقية المغلفة لمفاعل ، وعادة يمكسسن رؤية تلك الفطور وخاصة في البطانة المصنوعة مسن السمنت أو الطابوق بوضوح لذا فهناك احتمسال تسرب المادة خلف تلك البطانة وبالتالي توقع وجود التاكل لذا فأنه من المفضل وفي حالة وجود فطور في منطقة ما أن يرفع قسم صغير من تلك البطائسة للتاكد من عدم وجود التاكل وكذلك للتاكد من عدم وجود التاكل وكذلك للتاكد من سمك المجدران وفصصها و

thacks in Beimetory-isle thing.

شـــكل رقــم ١٤٣

٩ _ الكشف عن العيوب الميكانيكية والتغيرات

التركيبة لجدران الوعاء (طرق غاصة) Detecting Mechanical defects and metallurgical changes

عادة المفحص النظري لجدران الوعاء أنو الطريقة الاولية لمفحص جدران الوعاء وبالتالي الكشف عن الميوب الميكانيكية الموجودة في الجدران بالانامة

الى الفحص النظري هناك طرق أخرى لتبيان العيوب كما ذكر قسما منها سابقا مثل الفحص بواسطة الجهاز المغناطيسي Magnetic particle الفحص بواسطة السوائل المظهرة مع المصباح المفاص Dye-penetrant الفاص وكذلك الفحص بواسطة التصوير الشماء الحوامض واسطة الحوامض

المرافقة الاخيرة فتتم برغم المواهدة الاخيرة فتتم برغم من المودج صغير Sample من المجدار للفحص من المحدار الشعاعي لتحليل وايجاد الميوب وخاصة في مناطق اللحام وتستعمل لمدا المرض المهزة الاشعة السينية X-Ray

أما طريقة الفحص بالحوامض فتستعمل في مناطق صغيرة وذلك للكثبة عن الفطور السطحية الدقيقة وفي هذه الحالة يجب أن ينظف السطح أو الجدار تتظيفا جيدا براسطة الرمل الناعم والهواء المضغوط المولة نامل الخامض الحامض عدد حاسمة تعامل الحامض عدد حاسمة تعامل الحامض عدد

Sand blast ومن طبعة تعامل العامض مسح المدن تظهر القطور واضحة بمسد وضع تلسسك الحوامض لفترات زمنية مختلفة ٠

أما طريقة رفع النموذج من الجدران فتتم هذه الطريقة وبصورة خاصة لفحس اللحام ومناطق اللحام وبيان نفاذ اللحام في المعدن Spot check

وكذلك تستعمل ايضا لدراسة وفحص المعدن عند المنطقة التي تم رفع النموذج منها ويجب أن يعاد تصليح المنطقة بصورة مضبوطةوشاصة طريقةاللحام

ونتظيف المنطقة • أن الطرق السابقة والتحصي تستعمل للكشف عن العيوب في المحدن من المكن أستعمالها أيضا للكشف عن التغيرات التركيبيسة والفيزياوية لجدران الوعاء •

فمثلا قياس صلادة المعدن Hardness وقوته وكذلك التحليل الكيمياوي للمعدن وقابليته علي المغنطة وغيرها ولقياس صلادة المعدن مناك جهاز صغير متنقل يستعمل لهذا الغرض ومن خيك القياس ممكن التعرف على ظروف صنع المعدن أو ظروف أشتغاله والمتغيرات الحاصلة فيه ومثلا درجة الاحماء أو التحمية annealing

او درجة الترسيب الكاربوني Carburization او درجة التحلل الكاربوني Decarburization أو درجة التحلل الكاربوني أو غيرها من العوامل أو الظروف المؤثرة على صلادة المسدن ٠

من الحوامض المستعملة للكشف عن بعض المعادن هو حامض النتريك Mitric Acid بتراكيز مختلفة وحسب جداول معينة ، فترضح قطرات من حامض النتريك ويلاحظ نوعية ودرجة التفاعل بين الحامض والمعدن المراد فحصه ويقارن مع الجداول الخاصة أو مع معدن معلوم درجة ونوعية تفاعله مع هذا الحامض مثال أخير على أستعمال الطرق السابقة هو فحص الحديد المقاوم للصدا الاوستيني بواسطة جهاز المغناطيس لقياس درجة الترسيب الكاربوني فيه لانه من المعلوم أن هذا النوع من الحديد ليس له القابلية على المغنطة لذا فأن أي تغير في ترسيبه الكاربوني من المكن أن

يؤثر على درجة مقاومته للمغنطة •

10 ـــ الفحص أو الاختبار Testing

(١٠١٠) الفحص أو الاختبار باستعمال المطرقة

Hammer Testing

من أهم الادوات الملازمة للفاحص الهندسي والتي لها فوائد في عدة مجالات هي المطرقة فالفاحص يستعمل المطرقة لمرفة أو اختبار المعدن من خلال الطرق باساليب معينة ، ومن اهم الامور التـــــى تستعمل لها المطرقة هي للكشف بصورة عامة عسن وجود التاكل أو المناطق الخفيفة السمك لجدران الوعاء وكذلك للنهايات Headers أو لانابيب الاتصال بالوعاء وكذلك تستعمل لمعرفة درجة المتانة والشد والربط للبراغي والمساند Bracke أو تستعمل لفحص البطانة المعلفة التُّداخلية للوعاء لمرفة قوتها والتأكد من عدم وجود قطور أو شقوق فيها كما ذكرنا سابقا أو تستعمل لرفع أو أزالـــة بعض طبقات الاكاسيد المتكونة على سطح الجدران أو الاوساخ المتراكمة وذلك عند الفحص الموضعي للجدران وكذلك هناك أستعمالات ثانوية أيضسا للمطرقة، هناك عدة طرق حول كيفية استعمال المطرقة ونوعية الطرقة من غاية الى أخرى فهناك الطرقـــة الشديدة أو الطرقة الخفيفة أو التنقير Tapping وممكن ملاحظة الصوت ومقارنته مع مناطق أخرى. يعتمد هذا النوع من الاختبار بالدرجة الاولى على الفاحص نفيئه وعلى خبرته في هذا المجال مـــن الفحص والمطارق عادة تتكون أو تعصرف باوزان واشكال مختلفة •

(١٠١٠) القحص بواسطة الضغط الموجب أو الضفط السالب ( الفسراغ ) Vacuum Testing عند أكمال صنع الاوعية والابراج الني تشستفل بضغط يتم فحصها أو أختبارها نبعا لانظمة وتعليمات قباسية دولية Standard وعذه الانظمة القياسية نتظم عملية الصنع وكيفية الصنع والمواد المستعملة وكذلك أنواع الاغتبارات والفحوصيس اللازمة لها • فعند أكمال الصنع لاي وعاء يتمسم فحمه بواسطة الضغط ايضا وحسب فمسسميم الوعاء • هناك فرق بين عملية فحصه بواســــطة الضغط عندما يكون الوعاء جديدا أو مشـــــتغلا لغترة مدينة ، ففي الحالمة الأولس يتمسم محص الوعاء بشغط يحسب على أساس المسلمط التصميمي للوعاء وكذلك يفحص بنفس الضغط في حالة أجراء تصليح شامل أو تصليح جزئي كتبديك جزء من الجدار أو أحدى النهايات أو تبديل أحدى الانابيب الداخلة الى الوعاء أو الخارجة منه أما الحالة الاخرى فيتم محصه بضاءط يحسب عليي أسلس النشط الشطيلي للوعاء ويلادها أي حمدنا الفحص درجة المشد أو الربط للبراغي وعدم وجود أى تسرب Leak وكذلك يستعمل التصليحات البسيطة أن وجدت على الوعاء - يؤخذ بنظر الاعتبار عند أجراء الفحص الماثي Hydrostatis Test على الاوعية والابراج مقدار تئمل قواعد ومساند الاوعية والأبراج ومقدار الثقل المسموح لتلمسك القواعد وذلك لاحتمال زيادة الثقل الى أكثر مسن المقدار التصميمي للوعاء بعد ملئه بالماء ، وفي حالة

وجود شك في عدم قدرة القواعد على تحمسل وزن الوعاء بالاضاغة الى وزن الماء الموجود في داخلـــه يجري فحص الوعاء بواسطة الهواء المضميعوط Pneumatic Test بيتم ألفحص بالضغط وذلك بمليء الوعاء بالماء أو الغاز ويتم زيادة الضغط بواسطة جهاز الضفط الى المستوى المطلوب وتتم العمليسة حسب التعليمات أو الانظمة التي تم بواستطها صنع الوعاء والتي أخذ بنظر الاعتبار مقدار سمك الوعاء وهجم الوعاء وكذلك قوة ومتانة مناطق اللصام . هناك بعض الانظمة تحتم فحص الاوعية والابراج التي تعمل بضغط في مدد زمنية متباعدة وذلسمك للنائد من صلاحية الوعاء وقوته عند أشتغاله لفترة محددة أخرى - طبعا يجب أن يلاحظ وينتبه السي نوعية المعدن المصنوع وكذلك نوع المادة الداخلــة ونوع المادة التي تستعمل للفحص فمثلا في الاوعية التي مغلفة أو مصنوعة من مادة الحديد المقساوم للصدا St. Steel اليمكن محص ذلك الوعاء بالماء فيما أذا كان هناك نبك بوجود الكلورايد والا نان التاكل الجهدي Siress Corrosion

والفطور المتكونة نتيجة ذلك سوف نكروف متوقعة لذا يجب على الفاحص أن يعرف ظروف الوعاء حيدا قبل أجراء الفحص عليه وخاصة أثناء أشتغاله لدة زمنية سابقة ، عندما يستعمل الهواء المضغوط للفحص فيجب أن يستعمل أيضا محلول المابون والماء وذلك برش أو تغطية جميح مناطق اللحام من الخارج بهذا المحلول فاذا كان هناك أي تسرب للهواء لحواء فسوف

تتكون في المنطقة فقاعات هوائية تستدل بواسطتها على وجود الشقوق أو الثقوب .

الاوعية التي تعمل بلغمط السالب ( الفراع ( Vacuum ) ممكن أن تفحص بواسطة الضغط الموجب أو بواسطة النسالب في داخل الوعاء بواسطة مفرغة على الضغط السالب في داخل الوعاء بواسطة مفرغة هواء أو بواسطة مضخة خاصة لهذا الغرض وفي هذه الحالة أذا وحل الضغط السالب في داخيل الوعاء الى عد معين وبقى محافظا على نفسب المستوى لفترة زمنية محددة أنذاك ممكن القول بان الوعاء حالح للاستعمال وليس مناك أي تسرب أما أذا صارت مناك شكوك بوجود تسرب ما فمن المستوى الموائي على الاجهزة يجب أن يكون جميل أو الهوائي على الاجهزة يجب أن يكون جميل الاشخاص خارج منطقة الفحص خوفا من خطر الانفجار وبيقى فقط الفاحص الهندسي الذي عليه أن يجري الفحص •

ان يجري المعاس محدوديات السمك لجدران الوعاء Limits of Thickness من أهم الأمور التي يجب أن يعلمها الفاحص قبل البدء بفحص الوعاء هو السمك التقاعدي للوعاء أو لاجزاء الوعاء المختلفة Retiring thick وكذلك السمك الاضافي أو المسموح به ويضاف هذا السمك للتعويض عن التاكل أو التعرية أو أي ضرر أخر يحصل للجدار ولكي يبقى الجدار مقاوما الخاروف

التشعيلية المصممة لذلك الوعاء وكما ذكرنا سابقا فأن هناك عدة أنظمة قياسية تحدد طريقة حسساب السمك التقاعدي والسمك الاضافي للوعاء • السمك التقاعدي هو السمك الذي يصله الجدار فيصبح في حالة لاتؤهله للاشتغال تحت الظروف التشمسيعيلية المطلوبة وهناك الحد الادنى Min. Thickness للسمك المطلوب وتحديد هذا الحد يعتمد على نواحي عدة منها هجم الوعاء ، شكله ، نوع المحدن المستعمل وكذلك طريقة الصنع ومن المفضل أن تحفظ جميع المعلومات في تقارير خاصة لكل وعاء وهمذه التقارير تساعد على تكوين فكرة جيدة في المستقبل وذلك عند وجود أي تاكل أو تعرية في الجدار غانذاك ممكن المقارنة مع القياسات والحسابات السابقة والتقرير بشأن تصليح أو تبديل الوعاء وهنـــاك طريقة أخرى وهي رسم المعلومات المتوفرة علسى شكل منحنيات تفيرات السمك مع الوقت وغديرها بحيث يستطيع الفاحص أن يعرف وضعية الوعاء من نلك الرسوم وكذلك التوقعات المترقبة • فيبعض الاحيان يجد الفاحص تحت ظروف معينة أن يتخذ عدة قرارات بدون الرجوع الى الحسابات المطلوبة أو المناقشة حول الموضوع ومن الناحية الاقتصادية يفضل أن يستعمل الوعاء الى أكبر مدة ممكنة بشرط أن يكون مستوفى الشروط حول ضرورة تشمسعيله بمثل تلك القياسات ، أنا من المفصل أن يكـــون

ثانيا _ طريقة فحص المبادلات الحرارية اعــداد السيد / عبدالقادر الفهد

انــواع المادلات :ــ

ب تستعمل المبادلة الحرارية لتخفيض درجسة حرارة مادة جارية بواسطة مادة جارية اختيت لتسخينها ويتم التبادل الحراري بدون أن يحدث اختلاط بين المادتين •

يستعمل المكثف Condenser لتخفيض درجة حرارة الناز الى درجة يتحول فيها من غاز الى سائل وذلك بانتقال الحرارة الى سائل اخسر عادة الماء ، ويمكن استعمال المكثف لتبريد السائل الحار الى اقل درجة حرارة مطلوبة ويعتبر كمبرد Cooler تستعمل صسناديق التبريسد Cooler Boxes لتبريد السائل الحـــار بانتقال المرارة الى كمية كبيرة من الله وتستعمل احيانا لتكثيف اللارء الكازية

شكل رقم (١٤٤) بوضح اجزاء المبادلةالحرارية اما شكل رقم (١٤٥) يوضح انواع البادلات الحرارية •

المادلات المرارية ألتي تحتوي على حزمة انابيب وقشسرة

Shell and Tube bundle exchangers توجد انواع من الحزم Bundles والقشرة Shell للمبادلة الحرارية وعادة ترتبط الانابيب Tube Sheet بصفيحة الانابيب Tubes بواسطة عملية توسيح الانابيب Rolling ويمكن

ان يعمل للانبوب توسيع ولحام او تربط الانابيب بواسطة packing gland وهذه على الواع ا ١ _ صفيحة انابيب ثابتة ورأس عائم

One fixed tube Steel floating head

تحتوى هذه المبادلات الحرارية على قشرة اسطوانية وفي كل نهاية فلنجة ، وتوجد حزمة انابيب وصفيحة انابيب في كل نهاية ايضا ويوجد المجرى وغطاء المجرى Channel and

Channel cover اما غطاء الرأس العائسم Floating head cover فيوجد من جهة واحدة من حزمة الانابيب ثم غطاء التشرة -

قطر صفيحة الانابيب يكون صغير ليمر خلال القشرة الاسطوانية ، اما قطر صفيحة الانابيب الثانية فيكون كبير ليستقر على سطح فلنجة القشرة او يربط مع المجرى •

ان غطاء الرأس العائم يربط امام ....فيحة الإنابيب الصعيرة ثم يلي ذلك غطاء القشرة •

قد ينقسم المجرى والرأس العائم الى عدة اقسام من الداخل بحيث يحدد عدد مرات جريان المادة داخل الانابيب ، الغرض من هذا التقسيم مو تحويل مجرى المادة الجارية وهذا يتمير تبع التصميم اما المادة الجارية خلال القشرة فيعرقل سيرها الحراجز Baffles ان نهاية انابيب الحزمـــة حرة الحركة في القشرة بحيث يسمح لها اما التمدد والتقلص بتغير درجات الحرارة وهذا النوع كنسير الاستعمال .

#### ٢ - صفيحتن للانابيب ثابتتن

#### Two fixed tube Sheets

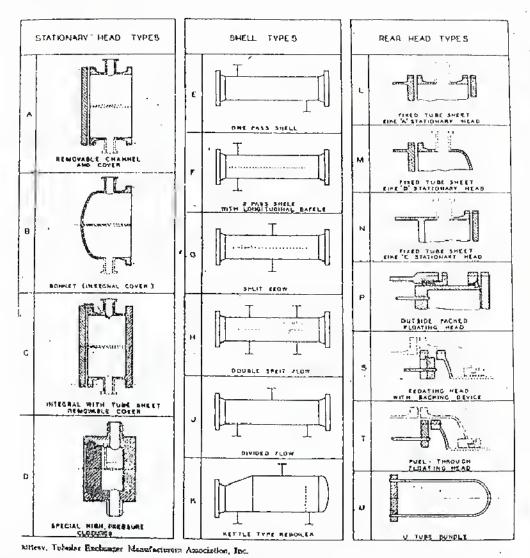
ان تركيب اجزاء هذه المبادلة يشب النوع مبادلة فيها صفيحة انابيب واحدة ثابتة الأول ولكن يوجد فرق هو ان صفيحتي الانابيــب تكون ثابتة ٠

وبعد أن تثبت الصفيحتين توضع الانابيب ويعمل لها توسيع Rolling ان الوجه الداخلي توجد صعوبة في التنظيف الميكانيكي للإنابيب المتشرة الايمكن كشفه المنتظيف ولذلك حدد تنظيفها من الداخل، ويمكن تنظيفها بالمواد الكيمياوية او اما بالماء والفرش او بالمواد الكيمياوية .

## ۲ - صفیحة انابیب ثابتة مع انابیب علی شکل ا One fixed tube sheet with U-tube

والانابيب على شكل حرف ل وهذا الانحناء بديل عن الرأس العائم Floating head هذه المبادلة قابلة المتمددوالتقلص كما في النوع رقم واحد .

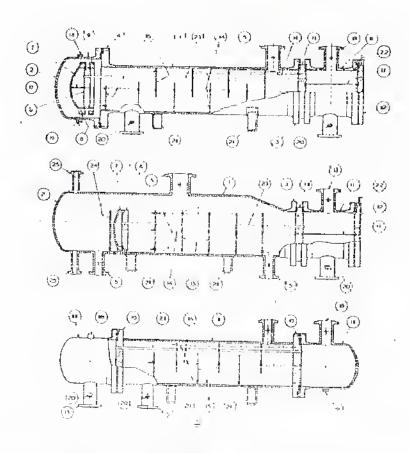
بالرمل او تنظيف مائي Hydroblasting



نسکل رتسم ( ۱۹۶۶

-- Kitat Exchanger Types.

#### HEAT ENHANGERS, CONDENSERS, AND COOLER BOXES



- I. Shell Cover
  2. Shell Cover
  3. Shell Flange Chennal End
  4. Shell Flange Cover End
  5. Shell Nazile

- 3. Shell Nozza
  B. Flooting Tubeshed
  7. Flooting Head Cover
  8. Flooting Head Flange
  9. Flooting Head Backing Device

- 10. Stationary Tubesheet
  11. Channel or Stationary Heart
  12. Channel Cover
  13. Channel Nozzle
  14. Tie Rods and Spacers
  15. Transverse Rattles or Support Plates
  16. impingement Battle
  17. Case Partition
  18. Vent Connection

- Drain Connection
   Instrument Connection
   Support Sockilor
   Litting Lugs
   Tubes
   Weir
   Ugaid Connection

Couriesy, Tubular Exchanger Manufacturers Association Inc.

-Heat Evelyanger Party.

(180) -- . 5---

} ــ المبادلة الحاويــة على صفيحتين للانابيــب

تحتوي المبادلة على صفيحتين للانابيب ،

وتوجد مسافة صغيرة (١ أنج) بين الصفيحتين ٠

تستعمل للحالات المتوقع فيها نضوحات كثيرة ٠

يعمل توسيح Rolling للانابيب داخــل كلا الصفيحتين ، صفيحة الانابيب الخارجية تتصل بالمجرى اما الصنيحة الداخلية تكون ثابتة مـــع القشرة ، العرض من هذا التصميم لمنع اي نضوح في المجال الحاحـل بين صفيحتي الانابيب ، ولهذا تمنع اختلاط المادة الجارية بالاخرى ،

هذا الترجب منيد لعدم وجسود رأس عائم أريهكسن المتعملة غلط مسم اللبيسب علسى شكل في .

## o _ المخسراتReboiler and evaporators

يكون تركيب هذا النوع مشابه لاي مبادلة حرارية اخرى الا ان صفيحة الانابيب تكون ثابتة ماعدا ان المبخر الافقي فيه مجال واسع للبخار فوق الانابيب و المبخرات تختص بتبخير او اعادة تسخين السوائل و

#### Water Heaters الله عسفنات الله

مسضنات الماء على انواع اما من نوع الرأس العائم ، او من نوع الانابيب على شكل لل او من نوع صفيحة الانابيب الثابتة ، تستعمل لتسخين الماء المغذي للمرجل او لاغراض اخرى ،

تركيب المبادلة الحرارية والمعادن المستعملة تحتري المبادلة على حواجز Buffles ودعائم

توجد حواجز Supports توجد حواجز Supports داخل المجرى Channel وغطاء صلفيحة الانابيب العائمة وذلك لتحديد عدد مرات جريان المادة • شكل رقم (١٤٤) و (١٤٥) يوضح مختلف المجاري والحواجز •

توجد في داخل القشرة صفيحة تعكس اتجاه الجريان قد وضعت تحت الفوهة الداخلة للقشرة الجريان قد وضعت تحت الفوهة الداخلة الجاريـة الداخلة مع انابيب الحزمة ويتم اختيار معدن اجزاء المبادلة على اساس مقاومته للتآكل وبحيث يكون اعتصاديا و

يحنع معدن القشرة من الحديد الاعتيادي Carbon Steel وقد يستعمل الحديد المسب Cast Iron او تكسى مادة مقاومة للتآكل او تكسى بمادة مقاومة للتآكل الله كالمادة كالمادة

اما الانابيب فتصنع من مواد مختلفة حسب المواد الجارية و واحيانا يصنع الانبوب من معدن خاص من الداخل ويكسى بمعدن آخر من الخارج لمنع التآكل الموجود بين الوسطين المختلفين و

تسنع صفيحة الانابيب من البراص البحري Steel او من الحديد Naval Brass عندما يكون الوسط للتبريد او للتكثيف • أذا كان التبادل بين مادتين هيدروكاربونية فتصنع الصفيحة من الحديد الاعتيادي او سبيكة مقاومة للتآكل • وكذلك المجرى والحواجز من الحديد الاعتيادي او المديد الصب او سبيكة مقاومة للتآكل •

الحزمة المكتبوغة Exposed Tube bundle تستعمل الحزمة المكتبوغة التي الاتعملي بقشرة للتكثيف أو للتبريد ، وقد توضع تحت رشاش من الماء أو تغطس كليا ، و يمكن أن تستعمل كمسخن وخاصة في الخزانات عندما تكون الحزمة غاطسة في المنائل وهي على أنواع :—

ا ــ الحزمة المكشوفة تحت برج التبريد Exposed Tube Under Cooler Tower

تنظم الانابيب المكشوفة في حزمة محكمسة وتوضع تحت برج التبريد • يسقط الماء من البسرج فينساب على الانابيب والماء الساخن يعاد الى اعلى البرج للتبريد ويعاد استعماله •

هذا الموقع للحزمة يتأشر بالطقس قليك الرطربة حيث يؤدي الى أقصى تبخر •

٢ ــ الحزمة المكشوفة تحت رشاشات الماء Exposed Tube bundle under spray heads تنصب رشاشات الماء فوق الحزمة المكسوفة لتوزع على الانابيب • يوضع خزان الاستلام تحت حرمة الانابيب وسينام الماء الساقية على الحزسسة وعندما يكون باردا يستعمل مرة ثانية •

وعندما يكون الماء بكميات كبيرة يستعمل هــذا النوع من الحزم كمبردة Cooler وبدون خزان استلام وذلك بتجريف الماء الى المجاري •

٢ ـ الحزمة المكشوفة الغاطسة

Exposed Tube-Section-Submerged

توضع الحزمة عموديا أو الفقيا وتعطس داخل السندوق ؛ يدخل السائل الحار من الجزء العلــوي

للحزمة ويخرج من اسفلها ، اما الما البارد الداحا من قاع الصندوق فيخرج كماء حار مسن قمة الصندوق ، هذا النتظيم المعاكس يعطي تبريد عالي باستعمال كمية قليلة من الماء ،

\$ -- مسخنات الخزانات\$ Storage Tank heater هنا تكون حزمة الانابيب جــــز، من الخزان المسخن وتكون على ثلاث انواع :--

١ _ توضع الحزمة خارج الخزان

٢ ـ توضع جزئيا مع الخزان

٣ _ تونسع كليا داخل الفزان

ه ــ المبردات الهوائية

وهي تشبه الحزم المكشوفة وتختلف عنها باستعمال الهوا، كوسط للتبريد • توضع الانابيب داخل هيكل من الحديد الاعتيادي ويمر الهوا، مسن داخله بواسطة المروحة الموضوعة فوق او تحست مجرى الانابيب وتستعمل لتكثيف او تبريد الغاز السائل وتستعمل في المناطق التي يفل الماء غيها و تستعمل لاغراض اقتصادية •

ہ ــ ملفات الانابیب Pipe Coils

وهي على نوعين :

أ ــ الملفات ذات الانبوب الزدوج

ب _ الملفات ذات الانبوب المنفرد

أ _ يستعمل هذا النوع في الضغوط العالية جدا ولكونه اقتصاديا ، وبسبب صغر القطر والشكل الاسطواني خانه بحتاج الى سمك قليل وهو على

اندواع :ــ

## اللفات ذات الانبوب المزدوج للمواد النظيفة Clean Service Double Pipe Coils

وهو أنبوب على شكل حرف لل مغلف بانبسوب الخرحيث عزل الانبوب الخارجي عن الانبوب الداخلي يتصل بانبوب داخلسي الحربواسطة انبوب منحني على شكل لا اما الانبوب الخارجي فيتصل بانبوب خارجي اخر بواسطة النبوب الفراجي الخربواسطة

اللفات ذات الانبوب الزودج للمواد غيب. النظيفة Dirty-Service Double plpe Colls

هذا الملف مشابه للنوع النابق سوى وجود قاشطة داخل الانبوب الداخلي ، هذه القاشطة موجودة على شكل قضيب يمتد داخل الانبوب وبدور بواسطة سلسلة تدور بمحرك عادة ماطور كهربائي ،

ب ــ هذا النوع هو انبوب مستمر ومتصل يمـــر في وسط لتسخينه او لتبريده وهو على انواع :ــ Condenser or

المكثف أو ملف التبريد Cooler Colls
مجموعة اجزاء أنابيب تتصل الواحدة بالاخرى ممنحنيات على شكل لل مستقرة في صندوق فيله ماء ، وهو حر الحركة في التمدد والتقلص • الملاء يدخل من قرب قاع الصندوق ويخرج عندمايحل الى مستوى معين •

ملف التبريد Chilling Colls

وهو على شكل ملف قرب المحيط الداخلـــي للوعاء ويمتد من القاع حتى القمة او يكون علــي

شكل ملف حازوني قرب القاع • ملفات تسخين الخزانات (النوع الارخي) Flat-Type tank heater Colls

هذا النوع من الملفات التي تأخذ اكبر مساحة من قاع الخزان يدخل فيها البخار لتسخين المسادة ويصنع من الحديد Steel وتلحم وصلل الاتصال جيدا لتقليل النضوح •

ملفات تسخين الخزانات الصندوقية

يوضع هذا اللف داخل صندوق مصنوع من الحديد الاعتيادي او الخشب و يدخل البخار من قمة المك ثم ينساب خلال الملف حتى يصل الى القاع متكثفا ثم يتم تصريفه الى الخارج و

٧ _ أنابيب ذات مساحة سطحية كبيرة

العرض من هذا التصميم هو الاستفادة من السطح الخارجي باستعمال اقل سطح من الداخل و فيمكن استعمال مبادلة صغيرة اذا استعمال السطح الخارجي في انتقال الحرارة وهذا يستعمل فسي الانابيب المزدوجة

# ٨ - المبادلة المرارية ذات الصفائح

Plate Type Exchanger

وهذه ايضا تصنع من سطح ممتد ذو طبقات متالية من صفائح خفيفة ومن مادة مقاومة للتآكل، يستعمل في الخزادات التي تحتاج الى تسخين ،

Reason for Inspection اغراض الفحص ا

من اهم اسباب الفحص هي لحساب الحالمة الفيزياوية للمحتويات وسرعة التآكل وسبب التلف

١ حمل تصليحات ضرورية والخطة التي يتم
 التصليح بها مستقبلا والتبديلات أن وجدت .

٢ ـ منع او ايقاف التلف.

٣ ـ تجنب التوقفات غير المبرمجة ٠

ع ــ السلامة Safety

التآكل والتعرية يضعف اجزاء مختلفة مسن المبادلة وقد يؤدي الى العلب وعندما يكون الانبوب المستهلك غير خطر من ناهية السلامة فقد يسبب الى انتاج مواصفات غير جيدة تؤدي الى توقسف الوهدة •

الانبوب المستهلك في المبردة يؤدي الى تقليل الانتاج وقد يسبب مشاكل سلامة اذ اختلط البخار او النفط مع الماء البارد ،

ان الزيادة في تلف القشرة والقناة والعطاء تؤدي الى نضوحات خطرة قد تؤدي الى العطب •

#### ٣ _ أستمرار وكفاءة التشفيل

ان عملية الفحص التي تتبعها حيانة مسوف تدعم استمرارية وطاقة التشغيل • •

الإمابيب والمندوات التي تنضح أو التضوحات المدغيرة الددية خلال التنقر قد تحتاج الى توقف غير مبرمج للوحدة والنتيجة هي نقدان في الطاقة الانتاجية وفي النفقات غير الضرورية -

الاتابيب الملوثة والمتآكلية او الحواجيز Baffles الموضوعة بشكل غير ملائم والتي تسمح العبور By-Passing سوف تؤدي الى انتقال حرارة غير كافية ، وقد تسبب التوقف ، من

اجل استمرار التشميل يجب الاهتمام بالمبادلسه والتأكد من خلوها من النضوحات ومن نظافتها •

وكذاك الحواجز في حالة جيدة وقد وضعت في مكانها .

#### ١٤ التقليل من كلفة الصيانة

ان المبادلة ومحتوياتها تكون جزء رئيسي من وحدات المصفى الحديث، فالتركيب المعقد للمبادلة مع القشرة والقناة وصفائح الانابيب والانابيب والانابيب والاغطية والحواجز والحشوات، هذه الاجزاء تتوفر فيها عدة نقاط ضعف و والتفتيش الكامل والملائم يرتبط مع التقارير المستمرة والموضحة للعطميب ونوعه، وبذلك نستطيع أن نقدر الزمن المحسدد للتصليح وكذلك التبديل للاجزاء الضرورية وبذلك تتوفر المصانة المخططة مع قلة في الوقت المصروف وكذلك قلة في الكلفة و

# حالات التلف Causes of Deteioration حالات التلف ۱ سانظرة عاملة

هن يتنف البلك على تنى سطح المبادلة السي هي بتماس مع المواد الهيدروكاربونية ، المسواد الكيمياوية ، الماء ( النظيف والمالح ) والبخار .

قد يكون هذا التأثير Attack بسلب كهر كيمياوي : كيمياوي او ميكانيكي او مركب من الاسباب الثلاث • قد يكون هذا التأثير لاسلباب اخرى لها تأثيرات معجلة مثل درجة المرارة والجهد Stress والكلل Fatigue الناتج بسبب التذبذب والاصطدامات وسرعة الجريان العالية •

#### Corrosion Jawil _ 7

قد يحدث التآكل في اي جزء من المبادلة ، ان شدة التآكل Attack تتأثر بواسطة تركيـــز وطبيعة عناصر التآكل الموجودة في المادة الجاريــة وكذلك يجب ان يكون المعدن من مادة مصـــنوعة متاومة للتآكل •

(أ) ــ التآكل الناتج من مواد هيدروكارمونية ان المركبات الموجودة في المواد الهيدروكاربونية

هي مركبات الكبريت مثل كبريتيد الهيدروجين و والكبريت يولد طبقة من كبريتيد النحاس على سطح النحاس وبالنتيجة يكون السطح قلد المابه الله Thinning وبشكل متجانا او المابه التقر غير المميق تحت طبقة ساوداء ما الكبريتيد وأن قشور الكبريتيد تكون غاير مقاومة وتساعد على التآكل باستمرار وبسرعة منتظما

قد يتأثر الحديد الاعتيادي Carbon Steel بكبريتيد الهيدروجين عندما تكون الحرارة عالية ، عادة اكثر من ٥٠٠ ف وهذا يؤدي الى خسارة مستمرة في سمك المعدن ٠

الحديد الاعتيادي والصب المديد الاعتيادي والصب محديث مدينائد و بكريتيد الهيدروجين في درجات الحرارة المنخفضة اذا وجدت الرطوبة ، مواد اخرى مهمة في التاكدل هي حامض الهيدروكلوريك ، أن أكثر النفط الخام يحتوي على ماء مالح ويحتوي على كمية كبيرة من الصوديوم ولكوريد المناسسيرم وعدما بسحف

الماء الى ٣٠٠٠ ف _ ٤٠٠ ميتك ون حامض الهيدروكلوريك ٠

كلوريد الهيدروجين هو حامض الهيدروكلوريك المجاف وهو غير مساعد في التأكل الا اذا توفر الماء فيتكون حامض الهيدروكلوريك ، فيتم التآكل في حرجات الحرارة المنخفضة ، وفي اجزاء كثيرة من وحدات المصفى وخاصة قاع القشيرة والنوزلات السيفلى •

ان معظم املاح الصوديوم والمنغنيسيوم تتكسر في انابيب الفرن التي لايوجد بها الماء •

التآكل الجهدي Stress Corrosion التآكل الجهدي التحدث في أجزاء المبادلية Season Cracking قد تحدث في أجزاء المبادلية الضغط أذا تعرضت الى جهود داخل المبادلة نتيجة الضغط التشغيلي العالي أو التمدد والتقلص الحراري وانتقلص الحراري على بقايا جهود مكونة من الزيادة في التوسيح Bending الطرق Bending أو الفك والتركيب الخشن أو الحنى التكل والتركيب الخشن مصيط مساعد على التآكل والتركيب التكل والتركيب التركيب التركيب التكل والتركيب التكل والتركيب التركيب التركيب

يعة مد التاكل الجهدي والشقوق على : -- الركيب المحيط او المادة الجارية المحيطة

بالمعدن المجيد •

٣ ـ تركيب المعدن ٠

٣ _ كمية الجهد

هذا النوع من التلف موجود اعتيادي للسبي النابيب النحاس • أن وجود مادة مؤثرة مثل الأمونيا والحاوية على نايتروجين وكذلك الله ، والأوكسجين

ضروري في توليد شقوق جهد المتاكل في سميكة النحاس .

ان الاوكسجين وبقايا الامونيا تذاب في طبقة خفيفة من الماء ، ان نواقع القاكل تحت هسسده الظروف ذات لون ازرق غامق ، و اسسود جوزي غامس ،

## ب التأكسل بالماء

أن سيب تلف المعن المعرض للماء البارد في المادلة هي ظواهر متعددة في التآكل كما هــــو موضح :-

ا التاكل والتعريف Erosion and Corrosion

9alvanic Corrosion التاكل الكلفاني ح

س_ التآكل الكرانيتي "Graphitic Corrosion

Impingement attack الارتطام على الارتطاع إلى الارتطاع

ه _ أزالة الغلـــونة Dezincification

ا ساكل الترسيب Deposit attack

v _ التاكل الجهـــدي Stress Corrosion

له _ انـــواح داـــ Type" ما المطاء المانع المناء المانع وفي التآكل والتعرية يتم اولا تعرية العطاء المانع

للتاكل ومن ثم يتم الماكل وهذا مايحدث بشمكل

رئيسي في نهاية الانابيب -

أما القناة والرأس وصفيحة الانابيب والسطوح الأخرى تتاثر بالتاكل الكلفاني عندما تتوفر معادن مختلفة فيأجزاء متقاربة ويحدث التاكل الكرافيتي عندما يكون الماء حامضي في الحديد الصب وتد يكون الناكل عميق عندما يستعمل سبيكة النحاس لصفيحة الانابيب والانابيب ايذا اوجود مساغة في الجدول

الكلفاني بين الصب والنحاس فان معدل التلكل يكرن

والحديد في الحديد الصب يكون اقل مقاومة من سبيكة النحاس عحيث يتم اذابته على المسطح مكون طبقة مسيكة من الكرافيت • ولكن هـذه الطبقة من الفحـــم Craphite اكثر مقاومة مـن سبيكة النحاس ، لذلك تبدأ السبيكة بالتاكل •

* اما النوع الرابع - تآكل الارتطام فيحدث عند او قرب نهاية الانابيب Inlet وقد يمتد على طول الانبوب الكلي ، ويحدث تنقر على الجدار الاملس ويخف التنقر باتجاه الجريان ،

اما النوع الخامس فهو ازالة الغلونة ويحدث أزالة غلونة البراص Brass عندما يقل الخارصين في البراص ويترك كفضلات او يترسب ثانية و إن الخارصين الخالي من النحاس Copper ذو شد ميكانيكي قليل وهذه الظاهرة تحدث على نوعسين عازالة الغاونة الوخوي Plug Type Dezincification أزالة الغاونة القد من كالمعال المعاونة القد من Layer Type Dezincification و

أما أزالة الغلونة الموضعي فهو من الأسم يحدث بالترسب على بعض النقاط نتيجة أختلاف تركيب السبيكة ع هذه النقاط المبعثرة على السطح سيوف تنمو بسرعة وتحسم عميقة وزيادة درجة الحرارة تعجل هذا التأثير •

يمكن تقليل هذا التأثير بتقليل سرعة الماء لتمنع ترسب الجسيمات الصلبة على جدار الانابيب أما أزالة الغلونة القشري يحدث عندما يتاكسال البرأدل Ērass تحت ظروف تسمح اتكاون

ملح نحاسي Copper Salt قابل الذوبان ومحلول ملح النحاس يبتى ملتصق مع البرامـــس النحاس مرة ثانية على حساب مزيد من البراص وهـــذا النوع من التاكل يزداد بزيادة درجة حرارة المحدن وحامضية الماء و أن بداية هذا النوع من التاكل هو الراسب الاحفنجى على السطح ٠٠٠

أما النوع السادس فهو تاكل الترسيب والدي يحدث بسبب ترسب الجميمات الصلبة على سطح المعدن ، هذه الجسيمات تسبب تشقق موضعي في الفلم الذي يحمي السطح من التآكل ، هذا الشق الصغير يصبح قطب موجب بالنسبة الى المساحـة الميطة الكبـية ،

يزداد التنقر بزيادة حركة السائل الموضحية والسرعة العالية ويكون التنقر ذو حواف غير منتظمة وقاع خشعنة •

اما النوع السابع - التآكل الجهدي فيتولد بسبب جهد خارجي او تشقق كنتيجة للجهد الداخلي ٠٠ الجهود الخارجية تحدث عادة في أنابيب الحزمة ذات الاقطار الكبيرة والتي تكون بين وسلطين مختلفين في درجات الحسرارة ٠

الجهد الداخلي يحدث بسبب عدم أزالة الجهد Stress Relief

bending والطرق bending أما الانواع العامة فيقصد به التنقر الذي يحدث في القناة المصنوعة من الحديد نتيجة وجود الماء غير المعامل وكذلك الخفة في السمك

الذي يتلف المبادلة • ووجود الماء الحامضي يسبب أيضا قلة في السمك Thinning •

#### ح ـ التاكـل التكاثفي

Condensate Corrosion يحدث هذا التاكل بسبب

أ ـ البخار المتكثف المولد للحفر والنقر عندما يستعمل البخار كوسط مسخن في المبادلة فالبخرار المكثرف يرسؤدي اللى توليد حفر ونقر داخرل الانابيرب ، أن ثاني أوكسيد الكربون والأوكسجين الموجود مع البخار المتكثف هو السبب الرئيسي في التاكل ، البخار المتكثف هو السبب الرئيسي في التاكل ،

ب ـ الماء المكتف في الوحدات Condensate الماء يمتص كمية قليلة من مراد التاكل منـــل حامض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الامونيا وثاني أوكسيد الفضة • هذه المواد تسبب التاكل علـــى شكل أخدود Groove Corrosion

ويكون واضحا على سطح الانابيب التي يتساقسط عليها البخسار المكثف باستمرار وبنفس الموضع ٠

## • النضوج نتيجة الضغط العالي للبخار High-pressure Steam Leakage

الضغط العالي البخار بسبب نضوح في سطح المشوة أو بين الانبوب والقشرة ينتج عن تعريسة السطح بسرعة •

# التلف الميكانيكي Mechanical deterioration

#### Cracks التشققات إ

توجد عدة أسباب لحدوث التشققات في قشسرة الجادلة ؛ عيب اللحام ، الجهد غير المزال والمركسز

eam

في المناطق المجاورة للحام • وجهود تتوند بالنصب والتذبذبات اثناء التشغيل ، مع هذا فان النشققات

فى القشرة قليلة جدا •

## ب ـ أرتفاء الانابيب Loosening of Tubes

يحدث الارتخاء في المناطق الموسعة ويحدث من جراء دخول مادة جارية حارة الى مبادلة باردة، وكذلك بالتذبذب الموجود في حاملة الانابيب السائبة نتيجة التمدد والتقلص •

#### ح ـ التلف نتيجة التنظيف Cleaning damage

عند أستعمال انبوب دوار لتنظيف الانبوب مسن الداخل يقل سمكه أو ينحني أو يتوسع اكثر ، واذا أست ملت القائمة للسطح الخارجي قد يتلف أيضا وعندما نستعمل الرمل قد يفقد مالعدن من سمكه •

## د _ انبعاج الانابيب Collapse of Tubes

تنبعج الانابيب رقيقة الجدار نتيجة فرق الضغط المادث للمادة الداخلة للانبوب والخارجة منه وكذلك عند المحص وخامة علد المحمل ولك الثابوب الذي ينضح وخامة علد استعمال ضغط في داخل القشرة (خارج الانبوب) و

ه ـ أعوجاج الانابيب Buckling of Tubes ريتم بسبب أنحنا، الحزمة في القشرة حيث أن زيادة درجة الحرارة بصورة مفاجئة تسبب التمدد والتقلصي •

#### و ـ الاهتـزازات

وهذا يتم بسبب دوران المحرك مثل المسسخة والتوربين ، السرعة العالية أو ضربات البخسسار للانابيب ، وهذا يسبب التشققات التي تتواجد بين

الركائز وعلى بعد بعض الانجات في صلحفيحة الانابيب وتوجد علامات أخرى هي القشاط على السطح الخارجي للانبوب أو تتقر بلين ركائسز الانابيب .

ز ــ تحدث اشكال اخرى للتلف مثل التأكـــل الموضمي Crevice Corrosion واختزال الكاربون Decarburization وتأثير الهيدروجين

• Creep وظاهرة الزحسف Hydrogen nttack

11 الفحص الدوري 11

## أسالعوامل التي تتحكم بالفحص الدوري

يعتمد عدد فدوصات المبادلة على عدة عوامل أهمها معدل التلف وبقاء السمك المسموح للتاكل في Cororsion allowance وتختلف المبادلات في فترة فحص المسخن تختلف عن فترة فحص المكشف و

وعادة يسجل تاريخ تشفيل المبادلة بعد اتعام الفحس لها ثم تنظيم فترات التفتيش لكل مبادلة • أن التنظيف والصيانة وأنتقال الحسرارة الكافسي همي عوامل تحدد فترة بقاء المبادلة •

#### ٢ ــ فرص التفتيشين

يصب زمن تفتيش المبادلة بالزمن المستقطع من زمن التشغيل لكي يتم التنظيف، وعندما يتوقع أن

الموقت غير كافي توضع مبادلة ثانية وبذلك يتم فتح الاولى للتنظيف وهذا يقلل من العمل خلال فتـرة , التوقسف •

يتم الفحص الخارجي للمبادلة وهي في التشعيل وهذا يساعد الفاحص بفحص الاجزاء الداخلية فقط في حالة التوقف هذا ويتم مراجعة التقارير السابقة قبل التوقف لحساب معدل التاكل •

أن أنخفاض الضغط يعنى وجود أنسداد داخك الانابيب نتيجة ترسب المادة المتآكلية وقلية الحرارة المتبادلة تتاثر بوجود مادة مترسبة كنسيرة على الانابيب ولهذا يبقى الفاحص باتصال مسم (Operator) . Jie will do one

س التفتيث المرمح Inspection Schedules ينظم التفتيش المبرمج خلال لقاء مستمربين الفاحص الهندسي والصيانة والتثمنيل ويتم تحضير برامج العمل وتوزيعه بين مجاميح التفتيث ٠ وببذل الجهد لعمل تفتيش مبرمج خلال السنة مع الابتعاد عن فصول الامطار الكثيرة .

#### الإدوات Tools

الادوات التي تستعمل في التفتيش يجب أن تكون جيدة وجاهزة للعمل • أن الإدوات التي تستعمل في التفتيش الاعتبادي قد وضعت في جدول رقم (١) ع 

تاكل غير أعنيادي Unusual Corrosion فقد وضعت في جدول رقم (٢) ٠

#### جدول رقم (١) أدوات التفتيش لفحص المبادلة

۱ _ مصباح یسدوی Flash Light Flash Light ومصباح مع قابل و Plash Light و مصباح مع قابل و The extension Cabile و المادة على المادة على المادة ال

٣ ــ قاشـــطة Serance

ع ـ مسطرة حديديـة Steel rule

ه ـ جهاز قياس القطرالداخليInside Calipur

٦ - جهاز قياس القطر الخارجي ٦ أنج و١٢ أنج

و ۲۴ أنسج. Outside Caliper 6 int 12 int 24 in

۷ – مقیاس مباشر Straighted Calipers 6in

A _ مطرقة الفاحص _ Inspector's hammer Ball peen hammer

٩ ــ المطرقة ذات الرأس الكروي ـ 40z, 80z

Tube gage مقياس قطر الاناميم الداخلية (Inside diameter) - التقسير Pit depth gage - التقسير التنقيين

۱۲ — فرشــة ســلك Wire brush

Magnifying Glass عدست مكبرة – ١٣

Marking Crayon ماون التاشير ماون التاشير

١٥ ـ دفتر ملاحظ ام Note book

المتاس المنتس المنتس المنتس المنتس المنتس المنتسس الم

(Hook type)

١٧ ـــزاوية حديديــــة Straightedge

۱۸ سـ مغناطيس صــغير Small magnet

ويمكن الفحص بالمطرقة للكسر أمأ الشقوق تفحص مالقاشطة •

وكذلك المرتكزات Supports والاساسات Foundation فتفحص بالعين وبمساعدة القائسطة لكشفها وكذلك يمكن أستعمال المطرقة • وتفحص الشقوق التي يستقر فيها الماء والتي تزيد من سرعة التاكل ، ويتم فحص الصبغ Mostic المضا والتأكد من سلامته م

وكذلك أتصالات الانابيب الخارجية تفحصل بالنظر عندما تكون الوحدةف حالةالتشغيل للاحظة التاكل والنضوج والفطور وخاصة في الفوهـات، بالجسيمات المغناطيسية وبالسوائل النافذة وكذلك يتم محص النغطية الخارجية مدن ناحيسة الصدا والبثرات وملاحظة الصبغ على الشمسقوق والعياب والمواف الحادة والناطق عول الفواءات تكون مناطق ضعف وذلك لاختلاف درجات العرارة،

فهص تفصيلي عندمأ تكون ألوحدة متوقفة Detailed Inspection Procedures-unit out of service.

أن تنظيف سطح المبادلة ضروري في عملية الفحص هَاذَا وَجِدَ شَقَ عَلَى سَطِّحَ الْمِادَلَةَ فُوجِبُ تَنْظَيْفُـــهُ بالرمل أو الفرشة أما أذا كان السطح فيه تنقسر " فيجب تحديد المنطقة وتنظيفها بالرمل .

أن مسلمات من أنابيب المزمة تصاب بالتعرية وخاصة المقابلة لفتحة الفومة الداخلة Inlet جدول رقم (٢) الادوات المستعملة في حالات معينسية فقلسط

آ) ــ معدات الفحص بواسطة برادة الحديد

Magnet particle Inspection Equipment.

 ٣) _ معدات الفحص بواسطة السوائل النافذة Dye-penetrant Inspection Equipment.

Electro magnetic Type Inspection Equipment. عدات الفحص بالاشسيعة الكهرومعناطيسية

Radiographic Equipment.

ه ــ محدات الفحص بالنقب

Test hole drilling Equipment.

٦ ــ أجهزة قياس السمك بالاشماع والموجــات Sonic and Radiation type thick- الصونية ness measuring Instrument.

Sand-blasting التنظيف بالرمل ٧ } 

trydroblesting Equipment.

 هوازين الأسطر الإفقية والمعودية Plumb Lines and levels.

۱۰ _ ناظور الثقوب والاناسب،Boro Scope

بر طرق التفتيشي «

الفحص الفارجي المام خلال التشفيل

يمكن غصص بعض أجزاء المبادلة وهي فسسسى التشغيل مثل السلم والشرفة Plat form وأتصالات الانابيب والطلاء والعازل والفحص يبدأ من السلم والشرفة من ناحية التاكل او الكسر لبعض الاجزاء

# (Impingement Attack)

والتي تصاب بتاكل الارتطدام ، وكذلك المناطق المجاورة للحواجز ولصفيحة الانابيب ، ويحدث التاكل أيضا في قاع القشرة أذا كان المترسب يحتوي على مادة تزيد من سرعة التاكل ، أن أكثر التاكل يحدث في قاع القشرة وقاع الانابيب وخاصة عند وجود الماء وفي درجات الحرارة العالية ،

وكذلك يحدث التاكل عند أتصال معدنين في ي الجدول الكلفانيي مشل تآكسل سيداج وحشوة القناة المصنوعة من الحديد والقريبة من المحاس الاحفر • المحاس الاحفر •

أن الفوهات والفلنجات يجب فحصها جيدا والناطق المجاورة لها وذلك لتوقع حدوث تشققات بسبب الاجهادات المتولدة ٠

## فحص القشرة والقناة وغطاء القشرة

قبل البدء بالفحص تتوفر لدى الفاحص القاشطة والمطرقة والضوء الجيد شم تفحص القشرة وغطائها والقناة بالعين داخلا وخارجما باستعمال القاشطة لازالة ماموجود على المسلطت التي يشك بوجود تنقر أو شقوق أو حفر ويمكن كشف التنقر بواسطة القاشطة ويحدد عمق التنقر بجهاز Pit Gage أما أذا كان التفقر كثير وعميق فيمكن تنظيفه بالرمل •

بالاصعاء الى الصوت وترددة وملاحظة اثر المطرقة على المعدات، اما أذ توقع الفاحص وجود فطور فيمكن أستعمال السوائل النافذة للشكف عن الفطور أو برادة الحديد مع المجال المعناطيسي وينسم فحص الحشوة جيدا الموجودة على فوهات القشرة والقناة وغطاء القشرة وكذلك الفلنجات والتأكد منء رض الحشوة حتى يتم العلق المحكم ، أن القاشطة تستعمل لفحص سطوح الحشوة وكذلك الزاويسة تستعمل لفحص مقعد الحشوة على مقعد الحشوة وكذلك الزاويسة

ويتم أيضا فحص العيوب مثل الانتفاخ الانبعاج وبثرات الهيدروجين Hydrogen blisters وتتواجد بثرات الهيدروجين عند مشاهدة مركبات الحديد والسيانيد Ferri-Ferrocyanide ائتي يكون لونها ازرق غامق على سطح الحزمة ويتسم فحص خط اللحام الموجود على القشرة وقد تحدث شقوق في المناطق القريبة من خط اللحام ويتسم فحصها ببرادة الحديد والمعناطيس و

وتفحص القشرة من الداخل في المناطق المقابلة

لمفوهات الدخول والحواجز لحدوث المتعربة من جراء

سرعة المادة الجارية ، ويتم معرفة المناطق التـــي أصابها التعرية وذلك بتوجيه النوء الموازي للسطح وعندما تصنع المبادلة من الحديد الصب الرمادي Gray Cast Iron فان نوع التاكل الــذي يحدث هو التآكل الكرافيتي وهذا مايحدث للقنوات التي فيها ماء أو على طول التشرة التي يتجمع بها

وكذلك فأن فوهات القشرة تفحص من الداخــل من ناحية التاكل والفطور ويتم الفحص بالقاشطة والضوء اما السمك فيقاس بالاجهزة فــوق الصوتية وكذلك الانابيب الصغيرة تفحص من ناحية التاكل والتعرية والفطـــور •

# (Tuke Bundle Test) فحص الحيزم

اول خطوة في فحص الحزمة هو الفحص بالعين عند سحبها من القنسرة مع ملاحظة لون ونوع وكمية ومواقع القشور والترسب، وهذا يساعد لتحديد مشاكل التآكل ، ان القشور الثقيلة المتجمعة على النابيب الحديد قد تؤدي الى تآكل عام للحزمة وانقلة المنسور از الترسبات على الانابيب المقابلة لفوهات الدخول الما المنسور المنسور الرابيب المقابلة المنابيب المقابلة المنوهات الدخول المنسور الخضراء المترسبة على انابيب النحاس المنشور الخضراء المترسبة على انابيب النحاس

Copper تعتبر مؤشر على ان الانابيب متآكلة المائتش صاحب الخبرة يستطيع تحديد المساكل والاستناب هو

الفاحص يستعمل القاشطة لفحص المناطيق الواقعة بعد صفيحة الانابيب والحواجز لان هذه المناطق لانتخلف جيدا ٠

تستعمل مطرقة وزن (٤ــ٨) اونس ذات النهاية الكروية لفحص الانابيب وتحديد المناطق الخفيفة ٠

يمكن غصص الانبوب من الداخل بواسطة مصباح يمتد داخل الانبوب وذلك لكشف النقر وخفة المسمك اذا تطلب فحص دقيق للانابيب يمكسن

استعمال المعدات الالكترومعناطيسية والعدسية المكبرة عند وجود غطر صعير بعد تتخليف المنطقية جيدا • انقص احد الانابيبيساءد على تحديد غترة بقاء المبادلة وهالتها وعندما يتم تبديل انابيب حزمة فيفضل فحصها والاستفادة من العيوب مستقبلا •

ويتم فحص الحواجز والرباطات (Tie rods) ويتم فحص الحواجز والرباطات (Tie rods) وصفائح الانابيب وغطاء السرأس العائم ويتم الفحص بالعين من ناحية التآكل واي تشهويات اخرى وكذلك يفحص سطح الحشوات اشهاهدة اي حفرة او تآكل • (Gasket Face)

ان تشويه صفائح الانابيب هو نتيجة التوسيع الكثير Over Rolling ، التوسيع غير الملائم و للانابيب التمدد الحراري ، او النقل الخشــــن Rough hnadling وعادة المبادلة بالاجهزة فوق الصوتية وتسجل وعادة يحتفظ بالسمك الحقيقي Original وكذلك يحتفظ بالسمك في كل توقف و للحزاء على محتميا بدون تياس السمك مثل الرباطات والحواجز وتقدر حالتيـــا المحتمل المعنى والحواجز وتقدر حالتيـــا بواسطة الفحص بالعين و

فحص الملفات وقشرة المبادلية ذات الانبوب المجاود المجاود المجاود المجاود المحدود المحد

الداخل في حالة الفحص بالعين ولذلك يتم صنعها من سبائك مقاومة التأكل ٠

ويفحص السطح الخارجي من ناحية الحزات Nicks او القطع او الاخاديد Nocks او اي نوع من التلف الميكانيكي أو انتفاخ bulging نتيجة عيب داخلي ويتم الفحص بوجود ضوء جيد وهذا مهم في حالة الفحص بالماء والصابون .

يقاس السمك بالاجهزة فوق الصوتبة ويسجل علما ان استعمال الثقب والقياس بــ hook Gage يسبب تلف المبادلة في تلك النقطـــة ، ان لحــام السبائك المستعملة في الوهدة مثل الالمنيوم والفولاذ المقاوم للصدأ يحتاج الىمهارة وهذه غير متوفرة في المصافى الصغيرة •

الضرب الخفيف بمطرقة الفاحص (١٨ أونس) مهم عند البحث عن شق او كسر في المنطقة المكسوفة أن صوت المطرقة يعطى اشارة لحالتها ، ان صسوت الضربة في الصفيحة المفعلورة يكون خفيف Thinny والذي يمكن معرفته بالخبرة •

#### فحص الاجزاء الثانوية

Inspection of Auxiliary Equipment

ويتم فحصها بالعين من ناحية التكلو الكسور٠

تستعمل القائسطة لحفر وقشط الصدأ والقشسور تقحص بالمطرقة اجزاء الصمام والمقياس Gage المصنوع من الفولاذ •

اما الأجزاء المصنوعة من الحديد الحب فانها لاتفحص بالمطرقة • يقاس السمك بالاجهزة فدوق

الصوتية اما الاجزاء المصنوعة من الحديد الصبخيام القياس بالـ Calipers

#### الاختبيار

بعد انتهاء فحص النضوهات والتصليدات . يتم الاختبار بتسليط ضغط وهذا يعني ملىء الوعساء بالسائل او الهواء وبضغط معين وهذا يتم طبقا للـــ Construction Code وعندما تعزل البادلة من التشميل ، يتم لها اختبار قبل كشفها اما عن طريق الانابيب او عن طريق القشرة ، ويتم معرفة الندوح بملاحظة نقطة خروج المادة drain point عط الفوهة السفلي المعزرات ، وعندما تنضح أابادلسة تكشف ويعاد الاختبار مرة ثانية ، مثلا عندما يختبر رأس عائم باستعمال ضغط داخل الانابيب يرفسح غطاء القشرة وبذلك يتم تحديد النضوح في الحشوة او الانابيب الموسعة في الرأس العائم .

عادة الاختبار لايميز الانبوب الناضح عندما تكون الحزمة في القشرة ٠٠

ان المبادلات التي لاتستعمل الرأس العائدم ﴿ منعت بحيث يتم الاختبار بالضغط عن طريق القشرة ثم يشخص كل انبوب نيه نضوح ثم يتم غلقــــــه | بمادة صلبة ومشابهة لمدن الانبوب وتكون ذات نهاية مدببة • ( Plygs )

وكذلك الانابيب التي تنضح يمكن تشخيصها وتعاد عملية التوسيع اذا كان السبب من التوسيع • المالم. * ان فحص النضوح في كل توقف مهم وضروري خاصية وعند الوصول الى نسبة ١٠٪ من الغلق من مجموع الانابيب للمبادلة ، عند تبديل الانابيب

يستعمل الاختبار لتأشير نضوح الانابيب الموسعة ، على كل حال يتم الاختبار النهائي بالضعط داخل القشرة وداخل الانابيب ولكل مبادلة على انفراد ،

عند الفحص بالضغط ، تفحص بالعين السطح الخارجي ، التوسيع والحشوات ، ويمكن تحديد التشويه والنضوح بالاختبار بالضغط ، الاختبار بالفاز مهم في فحص المبادلات ذات المسفائح المهتدة والضغط المستعمل عند الفحص يعتمد على ضغط التصميم وضغط التشميل ، هذه الضحوط تحصيموضعيا لكل مبادلة ،

قبل استعمال الضغط داخل القائرة ، يتأكد الشاهص من سمك جدار الحزمة وهدى مقاومت اللضغط و وكذلك يجب الحذر لتجنب التلف من جراء التمدد العراري للسائل المستعمل في الضغط المائي عند القيام بالفحص المائي او الفازي يجب ابعاد اي شخص ليس له علاقة والفحص و

Limits of thickness dame! 3

ان هدود السمك النبي يسمح بها بجب ان تكون معلومة ، يوجد عاملين مهمين في هذه الشكلة : - ·

Retiring thickness ي البيك المتاعدي Retiring thickness

٣ ــ محدل التلف

مناك عدة متغيرات تؤثر على اقل سمك مثل المجم والشكل والمعن ومن الافضل عمل بعض المجداول لتسجيل مثل هذه المعلومات ، عندما يسبب

التآكل والتعرية تلف ، غان معدل النقدان من المعدن يمكن معرفته بالمقارنة بتسجيلات التفتيش المتعاقبة . بعض الاحيان مخطط المبادلة يوضح هذه المعلومات ويحفظ مع التقاريسر .

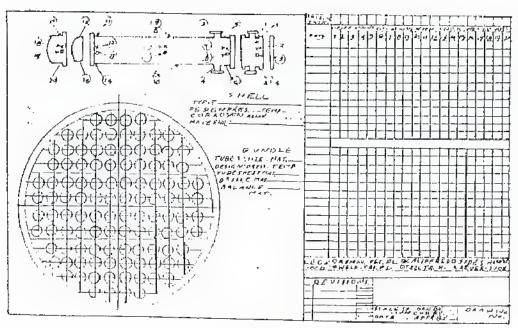
ان امكانية تحديد الزمن الذي تصل فيه المبادلة الى السمك التقاعدي يعتمد على التبديل والتصليح المبرمج ، هذا وان اكثر المبادلات تكسون ذات سمك يتحمل ضغط التشغيل الداخلي ، هدذه الزيادة في السمك نتيجة لاحد العوامل التالية نه

ريادة متعمدة في السمك المسمم مشك المسمم مشك Curresion allowance مسلم السمك الاعتيادي Normal مدلا من القيمة المسوبة .

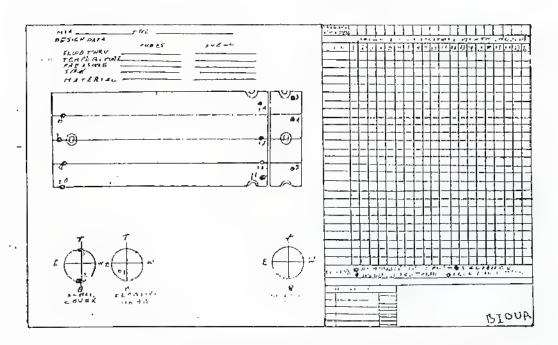
٣ _ وجود اقل فيمة لاغراض الانشاء إ _ التغير الحادث في تشغيل المبادلة بتقليل في ضغط فتح صمام الامان او درجة حرارة المدن او الاثنين مما ان هذه الزيادة في السمك وبمعرفة وعدل التآكل دستنايع معرفة زمن التبديل او التعير ،

ان الاجزاء الداخلية منل الحرزم لات ودي الى خطورة في هالة العطب ولكن الاجزاء الخارجية مثل القشرة وغطائها تسبب خطورة في حالة العطب مثل التشاقات ،

ان انابيب الحزمة التي تنضح يمكن غلقها اما القشرة فيعمل لها تبطين Lining ولاتوجد طريقة رياضية لحساب اقال سمك التبطين م



FUBET SHEET SKETCH



FIELD SHEET SHOWING PERTIMENT DATA NECESSERY FOR THROUGH INSPECTION

سننك وتسم 1991 . . .

ثالنا : مريقة فحص المراجل البخارية والاجهزة المساعدة Boilers (Steam / اعداد المهندس ( Generator ) على احمد مصطفى حماد

تستممل المراجل البخارية في مصافي النفسط لانتاج البخار والذي يستعمل لاغراض أهمها هايلي: ١ _ كوسط لتوليد الطاقة كما في المحركات والترسنات وغير ذلك ٠

٣ _ كعامل مساعد لبعض العمليات الكيمياوية في تصفية النفط ٠

٣ _ كمددر دراري لاتمام عملية التبادل _ الحراري أو التسذين -

 3 _ كوسط مناسب لعملياتُ التنظيف والقشط للاوعية من الداخل . (Flushing with steam) والنوع الثاني ذو اشتعال داخلي Internally fired ويستعمل البشار في المصاني باوجهه المنسدة مواء البخار الرملب او المشبع او المحمد ٠

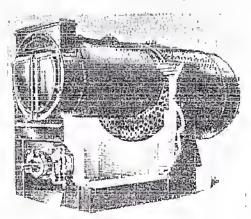
كما يستخدم بضغط عللي أو واطبي، -أسوام المراجل ت

يقدد بالمرجل Fired Boiler ذلك النوع الذي يحتري على غرفة احتراق يشتعل نيها أي نوع من الوقود وتستخدم الحرارة الناتجة في عرفسة الاحتراق لتحويل الماء الى بخار داخل الرجال ويمكن تقسيم المراجل الى نوعين رئيسيين هما مرجل ذو انابيب تدخلها النار Fire-tube ومرجل ذو انابيب يدخلها الله Water-tube والنوع الأول Fire-tube يتكرن أساسا

من وعاء اسطواني الشكل وعلى نهايته يوجد ــ لوح مجمع الانابيب Tube Sheet والذي يثبت او يمسك بانابيب النار Fire tube وفسى هذه الحالة يكون الماء بداخل الوعاء الاسطواني وملامس لانابيب الذار من الخارج _ في حدين ان غرفة الاحتراق المتصلة بالمرجل تصمم بحيث تمسر نواتج الاحتراق والغازات Fule Gases داخل انابيب النارحيث يتم التبادل الحـــراري وينتخر الماء داخل الوءاء ٠

وغرفة الاحتراق قد تكون مبطنة بالطابيوق الناري وتقع على احد نهايتي الوعاء الاسطواني او ان تكون غرفة حديدية بداخل الوعاء الاسطواني ومحاطة بالماء فيما عداجهة ولحدة وعليه يسمى النوع الاول ذو اشتعال خارجي Externally fired وغيما يلى بعض التصاميم الرئيسية للمراجل من Fire-tube Boilers F 54 ١ _ الانابيب الانقية الراجعة

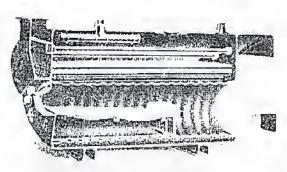
The horizontal regun Tubular



Express theirograf Return Federal Boilers

شكل رقم -۱۱۷-

۲ – الاحكوتلندي البدري
 The Scotch marine
 كما في الشكل رقم –١٤٨ .



Typical Scotch Marine Ruiler,

## شكل رقم ١٤٨٠

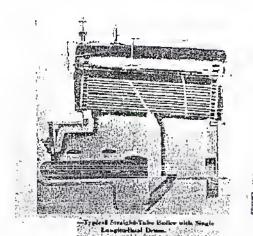
"The Locomotive Fire box مرجل القاطرة The vertical Tubular \$\infty\$ - ذو الانابيب الراسية

المراجل السابقة نادرا ماتصنع لتدرات اكبسر من ٢٠٠٠ رطل بخار / ساعة ولضغط اكبر مسن ٢٠٠ رطل / بوصة المربعة والنوعين الاخيريسن لاتستعمل في المصافي الحديثة غير ان النوع الاول شائع الاستعمال في المصافي القديمة ، اما المراجل من نوع انابيب الماء فتتكون من وعاء او اكتسسر (غالبا من اثنين الى اربعة) وانابيب خارجية تتكون من صف Bank او اكثر ترتبط بنهايتسي الوعاء الواحد او ترتبط بن الاوعية اذا كان بالمرجل الوعاء الواحد او ترتبط بن الاوعية اذا كان بالمرجل

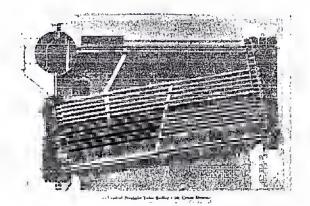
اكثر من وعاء . وفي هذا النوع من المراجل يكون الماء بداخل الاوعية والانابيب . ودائما يحترق الوقود في غرفة خارجية مصممة بحيدث تلامس الحرارة والغرارة والغرارة والغرارة والمدازات Fule Gase السطح الخارجي للانابيب لتسخين الماء بداخلها ود تتسم انابيب الماء الى تقسيم اخر مثل مرجل ذو انابيب مثنية والشكل رقم (١٤٩) يوضح مرجل ذو وعاء واحد وانابيب مستقيمة والشكل رقم (١٤٩) يمثل نفسس وانابيب مستقيمة والشكل رقم (١٥٠) يمثل نفسس النوع ولكن الوعاء متعامد مع الانابيب و

والشكل رقم (١٥١) يمثل نفس النوع من الانابيب المستقيمة ولكن ذو وعائين متجاورين والانابيب منصلة ببعضها رؤوس Headers مسن جهة وص الجهة الاخرى متصلة بالاوعية •

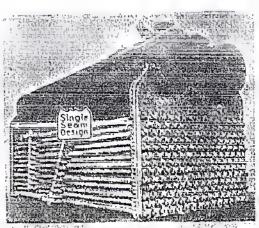
أما المراجل من نوع الانابيب المثنية bent-tube ففي الغالب تظهر بتصميمات واشكال متعددة والخابا ماتلخذ أشكال النوع الأول Straight tube النوع الأول واكنها دائما تحتوي على أكثر من وعاء وتتحلل الانابيب بالأوعية مباشرة وهذا النوع من المراجل يكون ذو سحب متوازن او ذو اشتغال تحت ضغط وجعل الانابيب المثنية تسمح بدخول الانابيب اللي الوعاء قطريا (في أتجاه مركز دائرة الوعاء) مما يسهل عملية تثبيت الانابيب بواسطة Rolling يسمح بالتمدد والانكماش والمرونة في التصميم والاشكال ١٥٢ ، ١٥٢ ، ١٥٥ ، توضح





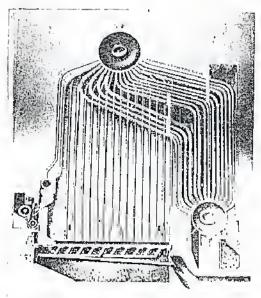


110-1-1-



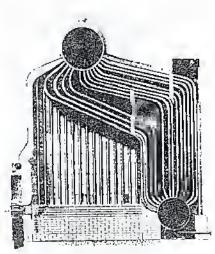
Typical Straight-Tube Boller with Two Longitudinal Drume 7

1101) -- 1, 5



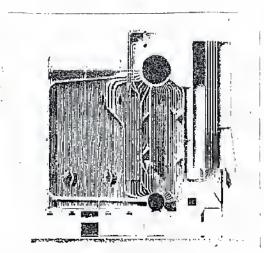
—Typlent Two-Drinn Benn-Tude Roden with Witter Couled Combustion Chamber and Spreader-Cype Stoker.

1041 - 3-



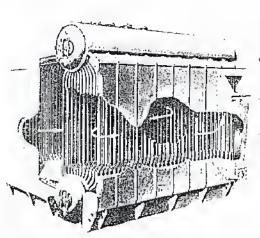
"Typical Vertical Water Tube Builter. Off or Go Thed.

1908 - 222 ----



o typical Heat-Take Hoffer,

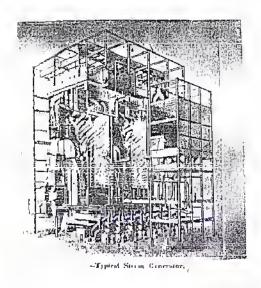
1001 227, 222



Correlate Carlleton of Top De pay Nove Today Bullion

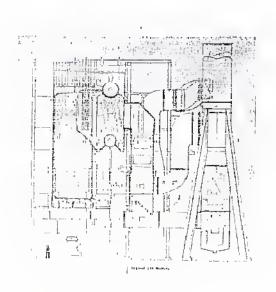
108. ....

/



سنتل رديه ١٢٥٢

والمراجل من نوع انابيب الماء غالبا ماتستعمل لانتاج كميات كبيرة من البخار وايضا لضغوط ودرجات حرارة عالية فيصل أنتاج هذا النوع لحصص ومرورة ولله بخار حساعة ولضغط حتصى وموره رحلل / بوصة مربعة ولدرجات حرارة فصي حدود ١٥٠٠ ف وشكل رقم (١٥٦) يوضح مرجل نمل محمص البخار Super heater والموضور والمنكل رقام (١٥٠) يوضح مطي أخرر والشكل رقام (١٥٧) يوضح تصميم نمطي أخرر والمسمي والم

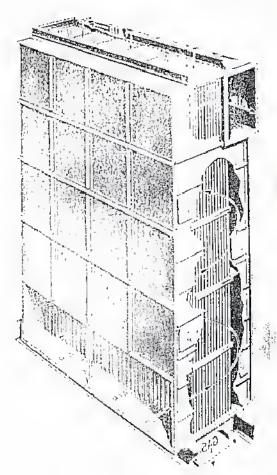


سسکل ریم ۱۷۵ و

#### الموفسس ومسخن الهدواء

الغازات الصاعدة الى المدخنة •

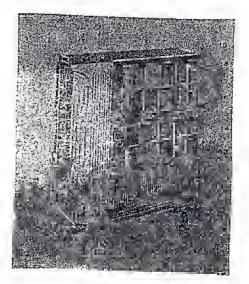
والموفر عادة يتكون من مجموعة من الامابيب موضوعة في طريق غازات الاحتراق الخارجـــة



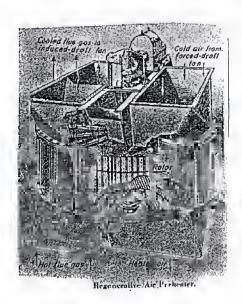
labellar tre Probable (Recoperative Type).

(10A) ---- (10A)

مباشرة من المرجل وعن طريق هذه الانابيب يدفع سمتخدم كاجهدرة اضافية في بعدض التمساميم الحرارة المفقودة وبنفس الاسلوب تقريبا يتكون لغرض توذير بعض الحرارة المفقرودة من مسذن البواء واكن غائدته هو تسخين الهواء الداخل الى غرفة الاحتراق والاشكال ١٥٨ : ١٥٩ / ١٦٠ توضيح بعض انواع مسخنات الهواء .



سکل رقم (۱۹۹)



نست رقده (۱۱۲۱)

واستعمال منضات اليواء Air preheater تساعد بشكل واضح عند استعمال أنواع الوقهود المنخفضة الدرجة وينبغى أن يكون في الحسبان أن أستعمال الموفر ومسخن الهواء يعتمد عاسيي أقتصادية التشعيل ومدي مايمكن توفيره من الوقود ولايشترط وجود هذه الاجهزة في كل مرجل .

#### Super heater المحمد

.وهو عبارة عن حف من الانابيب الداخلة في مجموعة أنابيب المرجل يدخلنيها البخار (الذاتج من التبادل الحراري بين الماء وغازات الاحتراق فسي انابیب اخری ) لیتم تبادل حراری مرة ثانیة بین البخار وغازات الاحتراق لرفع درجة الحسرارة وجعل البخار محمص Super heat، وقد يكون تصميم المحمص بحيث يتم التبادل الحـــراري بالاشعاع أو الحمل أو بالاثنين معا حسب تصميم وخم الانابيب ومجرى غازات الاحتراق والبخار المحوس أكثر فائدة وكفاءة في حالة أستعماله لتوليد الملاقة خاصة باستعمال التربينات المازية التكي تحتاج الى بخار ذو ضغط وسرعة عاليتين • كما قد تكون الحاجة ملحة لاستعمال البخار المحمد فسي بعش عمليات التشغيل للحصول على درجة الحرارة المنادبة لاتمام التناءل التسغيلي •

#### الاحهيزة الساعيدة Auxiliaries

هناك بعض الاجهزة المساعدة والهامة والتسسى بحتاج اليها الرجل البخاري مثل - - -

١ _ معدات مناولة ألوقـود •

٣ ـــ مناء_ل الوقـــود Fuel burners

Combustion suon Controls• الاشتعال حكم الاشتعال ٣

ع ـ مراوح فسخ الهواء Forced-draft fans

ه ــ مراوح سـحبالهواء Induced-draft fans

Feed water heaters

٧٠ ــ معدات معاملة الماء وطــرد الهواء المذاب Feed water-treating and Dearating Equip

ہ _ مضخات تغذیـــة Feed water pumps، الله _ ۸

و _ معدات تصریف الماء الزائد

Boiler water Blowing Equipment-١٠ ــ نافغات الدخــان Soot blowers

Dust Collectors

١١ ــ مجمم الاتربــة

١٢ ــ منشات ممر الغازات الملتبية المارات Flue Gas duct work

Stacks or chimneys المداخصين المداخصين

Ash-handling ١٤ ــ معدات مناولة الرماد Equipment.

Safety Valves الأمان ا

and Controls. الجهزة القياس والتحكم الم Instrument

نظلم هذمن المراجلل Code Inspection.

تتضمن القوانين الداخلية لاي دولة اسس التصنيع .. والفحص للمراجل البخارية بغية المحافظة علىى الامة وأمن العاملين والثروة القومية وكمثال على ذلك فقد تندن توانين الدولة على أتباع نظــــم الجمعية الامريكية للمهندسين الميكانيكين في تصنيح المراجـــل ASME power Boiler code وجميع القوانين تنص على وضع بيانات التصفيع سواء بطبعها على الوعاء مباشرة أو على لوهــــــة

منفصلة تثبت عليه لترضيح اسس وقواعد التصنيع وعالبا ماتحتوي على البيانات التالية _ _ _ 1 _ النظم المتبعة في بناء المرجل مثل ASME DIN B.S

٣ _ رقم نسلسل الانتاج للمرجال

ع _ ضغط النشعيل الاعلى المسدوح به

ه _ ساحة اسطح التسفين للمرجل

٣ _ سينة الصينم

وهذه اللوحة في غاية الأهميسة لانهسسا تتيح للفاحص المعلومات الاساسية عن تحسساين المرجل وايضا تتيح له الاتحال بالمنائع أو بشركة التأمين للحصول على مستندات التحابي الاوليسة أذا تطلب الامر ذلك •

أغراض الفحص ومسبات التلف Reasons for Inspection and Causes of Deterioration

تفحص المراجل دوريا لغرض التاكر ما أذا كان التلف قد بدا في الظهور أم أن المرجل مازال في حالة جيدة وتأتي صلاحية المرجل Safety بعد الامان Safety بعد الامان المعامل التحديثة المعقدة وبصورة أخدس في المحافي ، فأي توتف اضطراري صغير للبخار أو القوى المدركة قد ينتج عنه موقف خطير ومعقد لعملية الانتاج والتصفية تستدعى عدة أسابيل للرجوع الى الحالة الاعتبادية لعملية الانتاج، وفي ضوء دالة المرجل يقرر الفترة القادمة الماشستغال واعادة الفحص اتلافي مثل هذا الاضطراب ، كما

ان الفدمن المبرم على تقليل الفقد الدراري الذي ينعكس درره على تكاليف الانتاج ويجعل عملية الصيانة للمرجل أكثر كفاءة في الوقت والمجهد والمال من عمليات الصيانة الاضطرارية .

## أسحباب التلف

من اخطر أسباب التلف للمرجل حدوث حرق في معدن الانابيب over heating العزل الحراري بين المعدن والماء نوجود زيدت أو تشور أو رواحب من جية السطح الملامس للماء وبسبب أخر ليس أقل خطورة من سأبقه ويضدث عنه الحررق over heating وهو ملامسة اللهب لاسطح التسخين مما يسبب زيادة في كميات الحرارة المنتولة عن طاقة الماء الحار بالداخل والمحرارة المنتولة عن طاقة الماء الحار بالداخل والمحرارة المنتولة عن طاقة الماء الحار بالداخل والمحروب المحروب والمحروب المحروب ا

وتكون النتيجة في الحالتين تاكدد المعدن ونشوه في الأجزاء العاملة تحت الضغط، وقد تصل الحالة التي الأنبيار الكامل وتسرب البخار والماء التي الخارج وقد يحدث الحرق في بعض الاحيان نتيجة لسوء التشغيل أو وجود خطا في أتجاه دورة الماء أو وجود انسداد جزئي او كلي في مجرى الماء وهناك نوع أخر من الانهيار وهو مايسمي بالتبريد المناجي، أخر من الانهيار وهو مايسمي بالتبريد المناجي، وخاصة في المراجل ذات

Quenching وخاصه في المراجبان دات الانابيب الراسية و فقد يحدث في بعض الإحيبان نتيجة لسوء التشغيل أن تصبح الانابيب ممليؤة بالبخار المحمص وفي درجات حرارة عالية ثم ياتى لها ماء بارد بصورة فجائية فيحدث أنكماش فجائي مما ينتج عنه شق ميكروسكربي في المعدن غالبيا

1,7

هايكير ويسبب الانهيار التام • كما قد تحدث هذه الظاهرة في أنابيب التحميص ويكون التلف بدرجة عديدة أذا ما أسط المرجل بمعدل عالي من حالة البرودة • ففي هذه الحالة تكون كميات البخسار المارة في أنابيب التحميص ليست بالدرجة الكافية لتبريد الانابيب مما ينتج عنه تشوه في الانابيب وتأكسد معدنها ، كما أن عدم أشتغال أجهزة فصل وتأكسد معدنها ، كما أن عدم أشتغال أجهزة فصل البخار بصورة صحيحة تزيد من كمية الامسلاح والترسبات في أنابيب التحميص وتكون النتيجسة حرق المعدن أيضا ،

وقد تحدث ظاهرة الحرق أيضا في الاجزاء غير المعرضة للضغط مثل الطابوق الناري والخطلط الحراري والمشاعل والمنشأ الحديدي والغالف الحديدي الخارجي ١٠ الخ وفي الخالب يحدث هذا نتيجة التشغيل بصورة خاطئة ، فمثلا أذا أزيلت ملبقة العزل الحراري نتيجة تهدم ميكانيكي — قد وؤثر الليب في المنشأ الحديدي أو في الغلاف الحديدي الفارجي وتظهر المناطق الحارة علامة المحديدي والنيار الجزء والني الخارجي وتظهر المناطق الحارة وانبيار الجزء وهناك ظاهرة الناف بواسطة الناكل Corrosion

فجميع أسطح المرجل الداخلية والخارجية وكذلك الموشر ومسخن الهواء معرضه للتاكل ويعتمد معدل التلف بواسطة التاكل على عوامل عدة منها المساء المستعمل للمرجل ومدى معاملته كيساويا ونسوع الوقود المستعمل والجو الخارجي المحيط بالمرجلة فسي فقد يحدث التاكل بواسطة الغازات العارة فسي

الجانب المعرض لها من أنابيب الموفر ومسخنات الهواء ، وتعتمد شدة التاكل على كمية الكبريت أو الاحماض في غازات الاحتراق ، وتكون ذات تأثير فعال أذا وصلت درجة حرارتها ألى نقطة السيولة اثناء مرورها على هذه الاجهزة في طريقها السي المدخنسة ،

وقد يحدث التاكل في الانابيب والاوعية فيسي الجانب المعرض الى الماء وتعتمد شدة التاكل على مدى معاملة ماء التغذية كيمياويا قبل الاستعمال،

ويحدث التاكل الخارجي لاجزاء المرجل أذا كان معطل عن العمل لفنرة طويلة ، والوقرد الحساوي على الكبريت قد يترك السناج والرماد على مناطق عديدة من المرجل الني أذا تركت أثناء توقف المرجل

قد تكون مع بخار الماء حوامض كبريتيه شديدة التاثير على تاكل وتلف هذه الاجزاء _ كما أن ترك المرجل عاطل لفترة من الزمن في جو داهيء _ يطب يمرض أجزاء ومنشات الرجل الى التاكل . والهنسانية القاحدية Canstic embrithement

لارعية المراجل تتسبب في نوع ينطير من التلسف وهي نوع شاذ وغريب من التاكل يعزى الى وجود الصودا القاعدية بتركيز عالي مع وجود أجهادات عالية في معدن المرجل معا يتسبب في اضعاف المعدن نتيجة حدوث شقوق مجهرية على حدود بلورات المعدن ، ولكن نتيجة للتقدم الحالي في طرق معاملة ما ، التعذية وعمليات أزالة الاجهادات بالحرارة فان هذه الحالة أصبحت تابلة الحدوث وفي بحضر

المراجل التي تعمل في درجات هــرارة وضـــغوط مرتفعة فان بعض من جزئيات الماء يتحل الـــى الاوكسجين والهايدروجين الحر ، وفي استعلاء ــة الهايدروجين الذري النفاذ خلال المعدن مما يتسبب في مناشة المعدن وتسمى هذه الحالة التاتـــل بالهايدروجين المعدن المعدن Hydrogen attack

وتكون هذه الحالة مؤثرة على أنهيار المحسدن أذا زادت درجة الدرارة على ٥٥٠ف : وفي اجسدنا المحمص وينض الانابيب الاخرى وانتي تكون درجة حرارتها اكثر من ٨٥٠ف قد يحدث انهيار خطسير للمعدن في بعض الانواع المعلب وهي ماتسسمى

الله لهذا النوع من الناف نتيجة لعدم أستقامة نافخ السناح Soot blower بصورة تجعلل البخار يمترض الانابيب بدلا من النفخ غيما بينها لازالة السناج ، وقد تزيد حالة الناف بواسطة التأكل الميكانيكي أذا كان مرتبط معه تأكل كيمياوي غمن المرووف أن عملية التعرية تكون مؤثرة بصورة أكبر على نواتيج الناكل اكثر من المعدن نفسه عكما

آن السطح النظيف نتيجة التعرية يكون اكثر تابلية للتأكل الكيمياوي من السطح المفطى بنواتج التآكل،

وعندما يترسب الرماد المتخاف عن حرق الواتود على سطح العازل الحراري وفي درجات الحدرارة العالية غانه قد يحدث نوع من العامل الماعسد والذي يكون نوع من الخبث اللزج ، والعامسل المساعدة هنا قد تكون آكاسيد المعادن مثل الفنانديوم والمولبدينوم أو الاملاح أو الكبريت ، ولقد سجل على الاقل ثلاثة أنواع من التلف نتيجة لتكون مثل هذا الخبث اللزج وهي = —

ا ــ اذابة بوجود العامل المساعد Fluxing and melting __ ۲ __ النفاذيـــة

۳ _ تفاعل کیمیاوی Chemical action

ويكون التاثير العام لتكون هذا الخبث للتقايل من سمك العازل الحراري والذي بالتالي يقلل من كفاءة العزل الحراري ويسمح بتسرب كميات حرارية عااية للمنشأ الحديدي المرجل اما التلف الميكانيكي الذي يحدث لاجزاء المرجل يكون لعدة أسلباب أهمها مايلي عا —

ا ـ تعب المعدن الحراري Thermal fatigue والناشيء من تكرار عمليات التمدد والانكماشــس بالحرارة •

٣ ــ زحف المعدن Creep للاجزاء المتعرضة الدرجات حرارة وضغط عاليين وغالبا ماتحدث عندما الكرن درجة الحرارة اعلى من ٨٠٠ ف

س الاجهادات غبر الطبيعية المتكونة نديجسه
 التغير السريع في درجات الحرارة والضفط وخاصة
 في حالة الاوعية ذات السمك العالي .

- ؛ _ الكسر الجيددي Stress rupture
  - ه _ الاسلامال الخاطئ، لمدات التنظيف .
- ۲ ـ الاستعمال الخاطي، لدرافيل الانابيب . tube rollers .
  - ٧ _ هبوط الإساسات.

٨ ــ التحميل الخارجي الرائد عن الحد من جراء التحالات الانابيب الخارجية وتأثير الربح والزلازاء وما شاره ذلك

و تهان او كسر الاجزاء الميئانيكية المتحركة
 و ارغرفه الاحتراق نتيجة خطأ فسسي الشخيل او الاستحال و

المحمل المشوات Gaskets
 المناسبة والتي تدمح بتدرب الدغار وتتسبب في خدش الدخاح الانطباق Senting surface

## تحديد الفترات الدورية لفشس المراجل

كما سبق التول أن إلى شجر عن الدول تعدد وزاره العمل والسؤون الاجتماعية الفترات المناسبة التي يجب غصص المراجل عندها وفي حالة عدم وجسود مثل هذه التوانين فعلى الفاحص أو شركة التامين تمديد هذه الفترة عسب هالة المرجل وعسسرا وعمليات ماملة ماء التغذية ونوع الوقود المستعمل، وايضا ترتبط هذه الفترة بالوقت المناسب الميقاف المرجل آذا ام يكن هناك مرجل اهتباطي انوفيسير المطاقة اللازهاب.

أحتياطات الامان واعداد العمل لعملية الفحص يجب أخذ أحتياطات الامان قبل الدخول الـــى أوعية المرجل أو صندوق النار ، فيجب عزل جميع الانابيب والاتصالات الخارجية بالمرجل مثل أنابيب البخار وماء التغذية ونافخ السناج سواء بفتسح النفطوط أو وضع أقراص العزل ؛ وأذا كان أكثر من مرجل مرتبط بمدخنة واحدة فيجب غلبسق Flue-duct damper للنع مخول الغازات الحارة من المراجل المجاورة ويجب الانتظار حتى تهبــــط درجة المرارة داخل المرجل الى الدرجة المناسسبة لدخول الاشخاص بامان مع وجود التهوية المناسبة. وعند الدخول المي غرفة الاحتراق يجب ارتاحا، المانبس الواقية التي تحمى الجسم والعيون من المواد الخادشة الموجودة في نرسبات الفسرن وفي الرماد المتطاير • كما يجب وضع المراهم المناسبة لحماية الأجزاء العارية من الجسم عندما تكـــون مركبات الكبريت موجودة في جو المرجل الداخلي ٠

#### الأعداد لعولية الفدعس = -

يرب اعداد المرجل اعدادا جيدا لعمليه الفحدي، فهد تبريد المرجل وفتحه تنظف جميل السلط الانابيب والمشرة والجدران وتزال عنها الاتربة والرماد وقد يحتاج الامر الى استعمال قاشلللة

وفحصه عن عرب وفي بعض الحالات يتون التنظيك وفحصه عن عرب وفي بعض الحالات يتون التنظيك بالرمل Sand blasting أمرا مسمروريا احملية الفحص وقد يكون من المناسب جدا للفاحص

أن يلتى نظرة على المرجل فبل عملية المنظيف فبعد عملية أيقاف المرجل وتبريده للدرجة المناسبة تفتح فتحات التصريف للمياه وتفتح البوابات لعمليسة التهوية الملازمة ، ونظرة فاحصة للمرجل على هذا النحو قد تفيد الفاحصكثيرا في التحليل والاستنتاج وتتم عملية التنظيف المبدئية بواسطة الغسل بتيار ماء جاري للقشرة والانابيب لازالة الطين والقشور السائبة وغير ذلك ، ويراعى أن يكون تدوير الما، من أعلى نقطة ممكنة لحمل المواد الفريبة والترسبات الى فتحات التصريف blow off

طرق الفحص وحدودها

Methods of Inspection and Limits

على مسؤواي فحص المراجل أن يكونوا علي معرفة تامة باجزاء المرجل والترتيب العام لها وكذلك تكوين وعمل كل جزء من المرجل المراءه في أي وقت، والفحص الخارجي العام يمكن أجراءه في أي وقت، وعند فحص المرجل أثناء الاشتغال غانه بالامكان اكتشاف بعض الحالات التي قد تكون من المحب ملاحظتها عند توقف المعدات ويمكن الحصول على معلومات قيمة ترجح فائدة الفحص أثناء الاشتغال أيضا فان فحص المنشات الخارجية مثل السلالم والمرات وغير ذلك يمكن فحصها أثناء اشستغال المرجل وبالطبع يكون الفحص بالعين المجسردة وملاحظة أي أثار للتاكل من جراء الجو الخارجيي ويمكن الاستعانة بالمطرقة والقاشطة للتأكد من ذلك وخاصة مناطق أتصال الالواح بالمساند الجانبية والتي تناكل من جراء تكون الرحلوبة في هذه المناطق والتي تناكل من جراء تكون الرحلوبة في هذه المناطق

وكذلك نئون بعض الاحماض نتيجية الغيازات المتصاعدة من المدخنة عكما وان البراغي تتاكييل بسرعة نتيجة لهذه العوامل ويجب هجمها بواسطة الات الربط Wrenches ـ ايضا يجيب فحص اللحامات والتاكد من عدم وجود الشيخة الامتزازات كما يجب مالحظة عوامييل الميادمة على المرات مثل المناطيق المتعرجية أو السائية أو الهاطلة أو العارية أو النابضة .

## Foundation' الاسلاما

ان فحص الاساسات ذو اهمية بالغسة فأن أي مبوط أو انكسار في الاساسات قد ينتج عنه موقف خطير للاجهزة أو المعدات مثل أنهيار الانابيب وخروج البخار ، ويتم الفحص بملاحظة أماكسن التشقق أو أنهيار الغرسانة أو أزالة الصبغ ويمكن استعمال الميزان المائي لقياس مدى الهبوط ، أيضا نلاحظ مدى أستقامة الاتصالات الخارجية مسن للانابيب وغير ذلك بالنسبة للمرجل حيث تظهر مدى المطرقة وثبات الاساسات ، كما يمكن أسستحمال المطرقة لفحص الاساسات فان أنهيار حبيبات الخرسانة بسهولة تحت المطرقة يظهر أماكن التلف في الاساسات .

# Boiler Supports النشات الحديدية

تتكون معظم محطات توليد القوى البخارية من منشات حديدية مجمعة بواسطة البراغــــي أو البرنام ARivets ويكفى عمل نظام دوري لفحص هذه المنسآت ومدى سلامة اجراء الرباطات

كما يجب أن لايغيب عن الذهن أحتمال وجـــود مناطق ذات أحمال عالية Over stressed نتيجة تغيرات أو وضع معدات جديدة ويمكـــان التعرف على هذه المناطق بملاحظة أماكن الترخيم أو الهطول Excessive deffection أو أزالة الصبغ أو القشور . أما الاماكن المتعرضة للرطوبة وغازات الاحتراق غتتعرض للتأكل ويجب فحصها دوريا بواسطة المطرقة أو باجهزة قياســن

كما أن كثيرا من تصاميم المراجل خاصة الكبير ... عنها تكون محملة على قواعد متحركة Sliding feet حتى تسميح بالتحرك اثناء التغيرات الحرارية للمرجل وعدم حدوث أجبادات داخلية أو تُشود في جسم المرجل وعايه يجب أن تكون هذه القواعليد نظيفة وبها شحم يسمح بالحركة بسهولة وعليدم وجود أي عوائق كما يجب فحص أستقامة واستواء هــذه القـــواعد و

السياه

كما ويوجد في المراجل ذات أنابيب الماء الكبيرة المحجم عديثة التصميم أعدد تد Fension Rods تربط المرجل من الاعلى ويجب غصص هذه الاعمدة بالطرق الخفيف عليها وسماع الصوت فأذا كان الصوت واضح (جرسى) يعني ذلك أن العمود متحمل الحمل المطلوب منه أما أذا كان الصوت غير واضح أو كان العمود مرتخيا فمعنى ذلك انصب

جدران غرفة الاحتراق Furnace Walls في المادة تتكون جدران غرفة الاحتراق مــن

الطابوق الحراري لمواجهة النار وخلفه يكون طابوق عازل وبعده طابوق عادي أو قشرة حديدية وتتائر جدران غرفة الاحتراق حسب شدة النار ونسوع الوتود المستعمل ومدى انتظام التشغيل وشدته ويجب على الفاحص ملاحظة تكون الشقوق فسي الطابوق الحراري نتيجة لعمليات التمدد والانكسار ويمكن الاستعانة بسكين رفيع أو تاشطة لتياسعت الشق كما يمكن ملاحظة أماكن التشقق من الخارج اثناء المتشغيل ، بملاحظة أماكن المارة spots من الخارج أو أماكن أز الة الصبغ أو تغير لونه أو أحمراره كما يجب ملاحظة أماكن الفتحات والابواب حيث نتائر بحد ملاحظة أماكن الفتحات والابواب حيث نتائر مذه الاماكن بسرعة . كما أن القشرة الحديدية قد رطوبة أو أثناء النسل بالحامض .

#### أتصالات الانابيب الخارجية

هناك عدد من الانابيب الخارجية المتصلة مسدن حول المرجل وتمثل أتصالات حيوية لتشغيل المرجل. وسائمة هذه الانابيب والاتصالات ذات الحميسة عصوى لسائمة العاملين واستمرار عطية التشغيل للمرجسل *

وفي الغالب يكفي الفحص البصري لاكتشاف اماكن النفوح في الانابيب الخارجية واول مظهر النفوح يكون هو تساقط قطرات المياه من العازل الحراري ، ولكن يجب الاهتمام بالنفوجات التي تتشأ في الانابيب ذات الضغط العالي ودرجات الحرارة العالية حيث أنها صعبة الملاحظة ، كما أن النفوجات الكبيرة والمتوسطة قد تحدث صوت لدى

نسرب البخار • ثم أن تساقط قطرات من الحاب في منطقة ما قد يكون ناتج عن نضوح في منطقة تبعد عدة أقدام ، ومن المعروف أن البخار المحمد لا لون له ويجب على الفاحص اتخاذ الحذر عند الفحص حتى لايصيبه الاذى ويمكن الاستعانية بعمود خشبي طويل بطرفه مجموعة من الخيرة البنالية والتي تهتز بشدة عند ملامسة البخار لها مع أحتمال انضرام النار بها أذا كان البخار شديد الحيرارة •

وفي كثير من الاحيان يحدث النضوح فللوصلات بعد أعادة التركيب لوجود حشوات غير مناسبة أو وجود مواد غريبة أو عدم الستواء أو أستقامة الانابيب أو عدم الربط الجيد للبراغي والانابيبغير المفرغة من المياه نتيجة أهمال العاملين أو نتيجة سوء التصميم وخاصة في الاماكن السفلية أو أماكن تجمع المياه تتعرض لظاهرة الطرق المئي المعاملين وهذه الظاهرة الطرق المئي المعال هجائية كبيرة على الانبوب نفسه وليس غريبا أن يحدث نضوح سريع في هذه المناطق و

النضوحات المارجية External leaks

يمكن ملاحظة النضوحات الخارجية بالنظران اثناء تشعيل المرجل سواء من الوعاء الرئيسي حول فتحات الايدي او من الاجراء المساعدة والتي تعمل تحت ضغط، ويجب احدلاح هذه النضوحات بالسرعة اللازمة حيث ان البخار سريع التعرية (Erosion) مما قد يتلف سطح الانطباق او يزيد من فتحات النضوح، وفي كثير

من تصاميم المراجل الكون احد نهاياتي وعاء المرجل مرئي للعيان ويجب ملاحظة اماكن النضوح حدول الماكن الرباطات الايجب (اطلاقا) فحص الاجهزاء العاملة تحت الضغط بواسطة المعارقة .

## الحالة الداخلية لغرفة الاحتراق

يمكن فحص غرفة الاحتراق اثناء التشميلية الخفيف (بدون حمل) من خلال ابواب الملاحظة الخفيف Observation doors و نقوب المراقبة peepholes و من خلال الابواب الانتافية Access doors بفتحها فترات عمليرة اثناء الاشتغال وملاحظة وفحص غرفة الاحتراق وفي المحقيقة فأن امكانية الفحص بهذه الطريقسة يعتمد على نوع وتصميم المرجل كما يلي نيا

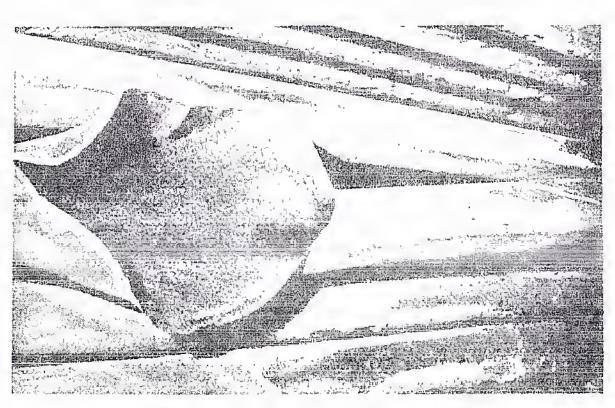
ا ــ الحالات السائعة في مراجل انابيب الماء وبعض انواع مراجل انابيب بالسار المايوق الحسراري لاي المزاء او مقاطع متساقطة أو اي تعرية واضحة في المجدران الجانبية والخلفية والجدران الوسطية لمجموعة انابيب الماء ، كما يجب ملاحظة حالة الاسقف والحواجز Baffles والانبعاج السي المخارج من الطابوق Baffles والانبعاج السي المخارج من الطابوق الملومات عن العيوب لغرض ويجب تدوين جميع الملومات عن العيوب لغرض المنتعلي الشامل م

آ يجب فحص مظهر اللهبب Flame pattern من حيث الانتظام وعدم Flame pattern والتي تدل unevenness and streaks والتي تدل على الانسداد الجزئي او عدم ضبط المشاعل

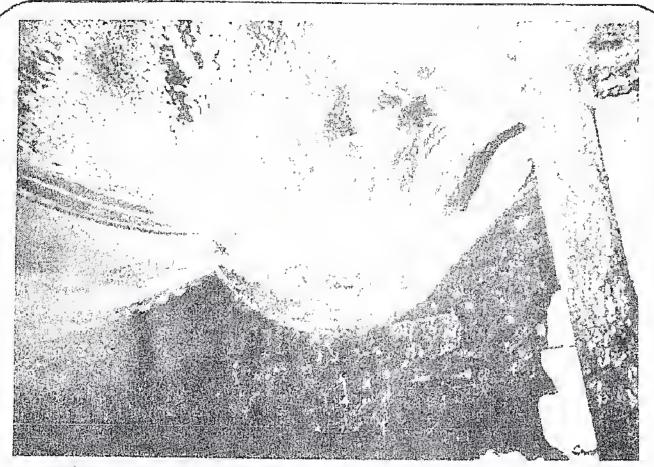
الصعب انتشاف النضوحات المسغيرة ولئسن التضوحات الكبيرة تعطى بعض الظراهر مئسدك أنسياب الماء من أحد الانابيب أو زيادة اضطراب مظهر اللهب كما يمكن مازحظة أنتفاخ الانابيب والتي عادة تحدث قبل الانهيار وفي هذه الحالسة يجب أيفاف الرجل وتحاشى الايتاف الاسلراري والشكل الاتى يوضح انهيار أنبوب - -

او وجود اوساخ بالشاعل كما يجب ملاحظة انحياز اللهب تجاه المجدران الجانبية او السقف او مجمع انابيب الماء ، كما تلاحظ المشاعل ذاتها من وجدود عطب بها نتيجة الاحتراق الزائد كأن يكون بها شقوق مما يجعل مظهر اللهب ردى ، ،

ب مداجل انابيب الماء Water-tube Boiler يدكن علاحظة انابيب الماء من خلال غرفية الاحتراق لاكنشاف اي نضوح مدوقد يكون مسن



Tube in Water-Tube Boiler Which Failed from Overheating.



-Bulge in Bottom of Horizontal Return-Tubular Boiler (Caused by Overheating a Spot Where a Pile of Loose Scale Has Been Deposited on the Inside).

4781 - · · - ·

٢ ــ يجب فحص غرفة الاحتراق دوريا لاكتشاف حدوث انتفاخات او جيوب هوائية blistered في الواح الفرن او الواح القشرة الخارجية وفـــي المقينة فان وجود مثل هذه الظراهر يعنى وجــود نف كبير ينذر باحتمالات خطيرة ولاجلها يجــب فحص الرجل دوريا والشكل رقم (١٦٢)يظير أنتفاخ في قاع مرجل افقى ذو أنابيب راجعة return tubes

. ج ـ مراجل أنابيب النار Boiler . ج.

ا سيجب غصص براغي التثبيت لمراجل أنابيب النار stay bolts لاحتمال نضوحها من داخل مندوق النار ، ومن الصحب ملاحظة البضار أو رؤيته ولكن يمكن الاستدلال على نضوح البراغي برجود رواسب حول راسي البراغي أو وجسرد ومطقة باردة Cold spot

" — في بعض المراجل يمكن ملاحظة نهايات الانابيب فقط ويجب فحص هذه النهايات لاحتمال وجود النضوح حول Rolls ويجب أن تكون الانابيب نظيفة وخالية من تراكم الرماد ، كما يجب فحص لوح مجمع الانابيب warpage نتيجة الاحتراق والانابيب البارزة عن اوح مجمع الانابيب باكثر مصم الانابيب باكثر مصم الانابيب باكثر مصم الانابيب باكثر

# } _ أوعية المرجل Boiler drums

جميع الاوعية في أي نوع أو تصميم وسيواء عصنعة باللحام والبرشام Riveted فان يمكن ملاحظة بعض منها من خلال غرفة الاحتراق وتقحص من ناحية وجود شق أو نضوج أو تاكمل أو أي أندثار أخر •

الاجهـزة المساعدة الساعدة أثناء ان الفحص الخارجي للمعدات المساعدة أثناء أشتقال المراجل يعتبر من أحم المراحل لفحص هذه الاجبزة دنعدم الانتقال مرة حميحة والإعراض الاخرى تسجللتكون جاهزة ومساعدة لاغراض الفحص الشامــل الداخاــي أثنــاء وحيث أن محذه المحــدات وحيث أن محذه المحــدات للمرجل وكذا درجة تعقيده فاننا موف نعتم فقـط بالاجبزة المساعدة الرئيسية والمرتبطة باغلب المراجل.

Safety devices المسان الإمان الأمان الأمان الأمان الأمان الأمان الأمان يجب فحص عدمامات الأمان popping pressure والمتيار ضمط الأنفتاح الكلي

ومدى الانفتاح لتخفيض الضغطي للمرجل ، ويجب بين حين واخر أثناء التشغيل الفعلي للمرجل ، ويجب أن تكون منظومة الانابيب لنفخ البخار الزائسد والتي تعلو الصمام وكذلك الحوامل المثبته لها ذات تصميم جيد لاتؤثر باي أجهادات على خواصس تشغيل الصمام ، وكذلك يجب الناكد من عدم وجود أي عائل يمنع تشقيل الضمام مثل wedges or ولاحمال والتي تستعمل أخيانا لايقاف عمسل الصسمام .

المان الهدوائي المان الهدوائي الكون المدوائي الكون الاجهزة تستعمل مع المراجل والتي تكون غرفة الاحتراق بيا ذات خدمط موجب وتتصب بجانب ثقوب الراقبة النار فان هدده والاجهزة تسمح بضخ هواء داخل غرفة الاحتراق المادلة الضغط الداخلي وعدم تسرب الفارج المائية الى الخارج المائية الى الخارج المائية النارة تشنيلها واداء ميمتيا والاجهزة والتاكد من سلامة تشنيلها واداء ميمتيا و

# ب ــ أعندة الماء والمايس الزهاجية

Water columns and gage glasses
يجب فحص أعمدة الماء والمتاييس الزجاجية
لاحتمالات النضوح أو الانسداد وأذا لا يمكن
أصلاح الانسداد فيجب أيتاف المرجل في الحال وتنظيف الوصلات ، كما يجب أن تكون الزجاجة الامامية نظيفة ومستوى الماء مرئى بوضوح ، ويجب أن تكون صمامات دخول وتصريف المياه تعملل

### ج ـ مراوح ضخ وسحب الهواء Forced and induced-droft fans

تفحص مراوح ضخ الهواء من حيث صلاحيسة أشتغالها وعدم وجود أهتزاز زائد أو وجود أرتفاع في درجة حرارة المحاور واستقامة اعمدة الادارة عومراوح سحب الهواء تتعامل مع الغازات المحترقة وهي غالبا خادشة Corrosive ولذا بجب غصس الغلاف الخارجي لها لاحتمال وجود تاتسل أو تعريسة ٠٠

## د _ نافضات السيناج Soot blowers

يجب فحص السناج سواء العاملة بالبخسار أو الهواء من حيث نضوح أو أعوجاج أو أنحناء الوحدة مما يعيق اشتغالها . كما يجب فحص الوحدة أثناء أشتغالها للتاكد من النفخ بصورة صحيحة وني مجال القوس المرسوم له وأن عملية الادخال والسحب صحيحة

## ه ـ مجاري الهواء وغازات الاحتـــراق والدخنة Air and flue-Gas ducts and stacks

تفحص مجاري الهوا، وغازات الاحتراق من حيث النضوح والاببعاج buckling : وقد يحدث الانبعاج الموضعي للمدخنة أثناء الاشتغال آذا تعرض أحد أوجهها للتبريد المفاجى، نتيجة هطول الامطار- أما مجاري الغازات الملتبة فأنها تتعرض للتاكل خاصة في المناطق التي تدل درجة حرارتها الى نقطة التكثيف ونفس العالة تحدث في مجاري تسخين الهدا، : وقد يكون من الصحيم

تعديد مناطق التنكل من الخارج رنكن الفحصل والمحلة انطرق الخفيف قد يظهر أماكن التاكل للجب تحاشي الفحص بواسطة المطرقة أثنالاً الوحدة •

## معددات التصريفBlowdown Equip

يجب فحص جميع الصمامات ومنظومة الانابيب من حيث النضوح . أما خزان التصريف فيجسري عليه الفحص مثل أوعية الضغط الاخرى •

#### الفحص الداخليي Internal Inspection

قبل الفحص الداخلي الشامل يجب مراجعية تقارير الفحص الخارجي السابق وكذا الفحصي الداخلي الشامل السابق لتحديد المناطق التصيية تحتاج الى عناية أكثر من قبل الفاحص • وكمثال على ذلك عناية أكثر من قبل الفاحص • وكمثال على ذلك عنان وجود نقاط حارة المحابوق الحراري على الفلاف الخارجي تعنى أنهيار الطابوق الحراري من الداخل • كما أن تجمع الرطوبة على أو قريب من الرؤوس headers المناور من النفوس Tube-Roll Leak تعنى أحتمال كما تظهر تقارير الفحص السابقة الإماكن التسبي تتكرر بها المشاكل •

ويجب التأكيد هنا على أنه من المفسل عمد فحد مبدئي للمرجل من الداخل عمد أجزاء ، الاوعية والانابيب وغرفة الاحتراق ـ قبل عملية التنظيف فان موضع وكمية ونوع الطين والرواسب أو القشور المتراكم دلخل الاوعية قد تعطى فكرة عن درجة كفاءة أجهزة معاملة الماء ، كما أن هذا الفعص قد يساعد فسي

اكتشاف المناطق في الاوعية أو القشرة والتي تحتاج الى عناية أكثر في الفحص • ووجود غشور كثينة سواء في الاوعية أو داخل أو خارج الانابيب تشير الى لزوم فحص هذه المناطق بعناية من حيست أحتراق المعدن • كما أن وجود تعاريج في ترسبات السناج أو الرواسب على الحواجز Baffles

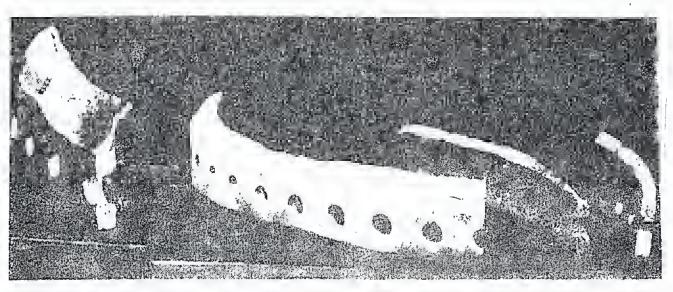
قد نساءد كثيرا في أكتشاف النضوح في الحواجر ويجب تسجيل جميع هذه الظواهر حتى يتم التركيز على هذه المناطق بعد عملية التنظيف وبعسسة عملية التنظيف وبعسسة الفحص المنخسي وأتمام عمليسة التنظيف ليتنظيف أزالة جميع القشور الشامل وتعنى عملية النتظيف أزالة جميع القشور والرواسب خاصة من فوق خطوط اللحام باستعمال فرش معدنية وفي العادة لاتحتاج عملية الفحص رفع مواد العزل الحراري أو فك الاجزاء الثابت بالمرجل مالم تكن هناك حاجة الى ذلك مثل وجود عيوب أو أندثار واضح من الخارج أو نضوح ماء

كما يجب النتج جريم انتحاث الدخول وعسدد

مناسب من فتحات اليد وأذا لموحظ أثناء الفحمس وجود زيوت أو شحوم فيجب أزالتها وايتاف سبب وجودها وعدم تشغيل الوحدة بدون ازائة مسدده الدهسون حيث أن وجودها خطير أثناء التشغيل و

#### الاوعية وملحقاتها

تقصص جميع الاسطح الداخلية واماكن أتصالها بالاجزاء الخارجية عثل أعمدة الماء ونوزلات صمامات الامان من أي تشوه أو تاكل أو تنقر أو أخاديد أو تشور مترسبة أو تجمع رواسب ويجب الاعتناء بخوط اللحام أو البرشام والاماكن التربية منها من حيث الشقوق أو أن أحد مسامير البرشام سائب أو مكسور وتستعمل لذلك المطرقة للتاكد من سلامة مسامير البرشام ويجب أزالة مسمار البرشسام المحبب وتبديله وبالنسبة للحام يجب حفر مناطبق النشقق وأعادة تصليحها ويجب الاعتناء بفحصس وعاء الماء وازالة جميع الترسبات الطينية واكتشاف أماكن التاكل والشكل التالي يبين التاكل الحادث في أحد أوعية الماء يه شكل رتم ١٦٣



Courtesy, Hartford Steam Boiler Inspection and Insurance Company and F. M. Kirkpatrick.

#### -External Corrosion on Head of a Mud Drum.

السيكل رقسم ١٦٣

والتاكل الحادث في خطوط اللحام أو المناطق المجاورة ومثل هذه المواضع يجب فحصها بعناية . وعند أكتشاف منطقة بها تاكل أو تعرية فمسسن المناسب تثبيت قطع أختبار لقياس معدل التاكك والتعرية في هذه الاماكن للاستفادة منها فـــــي

وأذا أريد قياس سمك الوعاء مباشرة أو أريد

لها يكون أخطر بكثير من التاكل ذو نفس الحجــم والحادث في الالواح بعيدا عن خطوط اللحـــام • والاخاديد أو النسترق المادثة على طول خطـوط اللحام تدل على وجود أجهادات داخلية عالمية في هذه الفحوصات التاليمة ٠٠٠ المناطن • كما أن التاكل بصورة عامة يكون بتركيسز ل المنامات الذي المتدور فيها المياه بصورة جيدة عينه للفحص الكيمياوي أو المجهري فيمكن أخسد

مقطع أسطواني من الجدار ثم يسد بواسطة برني، ومن المناسب استعمال المطرقة لاكتشاف الاماكن ذات السمك القليل بواسطة اختلاف الصوت .

وعند وجود الامكانيات الجيدة للفحص فانسه من المستحسن أستعمال أشعة (×)أو السوائل النافذة أو الفحص المغناطيسياو الفحص بواسطة الذبذبات فوق الصوتية لاكتشاف الشقوق والعيوب (تراجع هذه الفحوصات في الفصل الثاني ) •

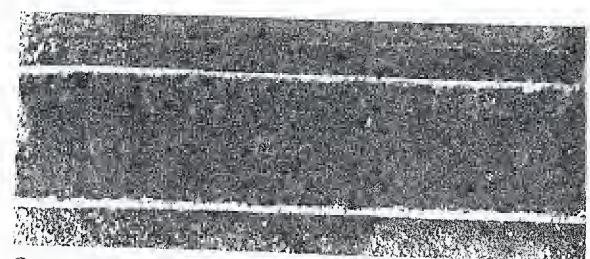
أما نوزلات صمامات الامان والمقاييس الزجاجية وخاصة اتسالاتها السفلية فيجب أن تفحص منحيث وجود الترسبات أو الانسداد باستعمال المسابيح الكاشفة ومن المفيد أستعمال مرآة صغيرة للرؤيا غير الماكن الضيقة أو أستعمال عنسسات تكسسير -

يجب ملاحظة السطح الانطباق سواء في النائجات أو البوابيات من أثر نضوح أو شطع من جراء تسرب البخار ٤ أما الاجزاء الداخلية في الوعاء مثل رؤوس التغذية والانابيب وانابيب التوزيع وهاهـــالات البخار وانابيب التصريف يجب هصما بالمطرقة لضمان ربطها وصلاحيتها الوظيفية حيث تؤثــر المحركة الشديدة للبخار ورذاذ الماء داخل الوعـاء على هذه الإجزاء وتجعلها مرتخية عن عنبتاتها أو

آماكن جلوسها ، وأذا تم لحام مثل هذه الاجزاء في موضعها فليس غريبا أن تحدث شقوق في هذه اللحامات نتيجة الاهتزازات ويجب فحدن فاحالات البغار على ما على ترسبات تؤثر على عملها ، وفي بعض المراجل لاتستعمل فاحالات البخار ولكن تستعمل الانابيب الجافة dry pipes البخار ولكن تستعمل الانابيب الجافة وعليه تفحص ثقوب هذه الانابيب لان أنسداد النقوب يمنع تدفق جريان البخار ، وكما في كثير من التصاميم تكون الانابيب الجافة ذات ثقوب فلي تقديم النقوب بالمنابق فقد يتون مسلن الفروري فحص الثقوب بالمتعمال مرآة عاكسة ، أما الانابيب الثقوب بالمتعمال مرآة عاكسة ، أما الانابيب النابيب المائة نقد يتون مسلن أما الانابيب النابيب المائة المرادي فحص الثقوب بالمتعمال مرآة عاكسة ، أما الانابيب النابيب المائة عاكسة ، أما الانابيب النابيب المائة عاكسة ، أما الانابيب النابيب المائة عادر النقوب بالمتعمال مرآة عاكسة ، أما الانابيب المائة النابيب المائة النابيب المائة النابيب المائة الانابيب المائة عاكسة ، أما الانابيب المائة النابيب المائة المائة الانابيب المائة المائة المائة الانابيب المائة المائة

يجب أن تنحص بمناية من حيث وجود قشور أو رواسب أو تأكل أو تعرية رايضًا من وجود قطع ميئانيكي مسيخة معنفيت الإنابيب ميئانيكيا كما بالشكل رقم ١٦٤ ويمكن أستعمال الفحص المطرقي لاكتشاف نقص السمك في الانابيب نتيجة التأكل أو التعرية الذا كانتمجاميع الانابيب مغطاة أومدجوزة بواسطة اللواح Baffle or deffector

غانه يجب أزالة بعض من هذه الالواح لاغرانس الفعص واكتشاف حالة الانابيب خلفها ،



Courtesy, Hartford Steam Boiler Inspection and Insurance Company.

—Interior Surface of a Tube Which Has Been Damaged by Operating a Tube Cleaner Too Long in One Place.

شـــکل رقـــم ۱۹۶

الخارجية الرؤوس تفحص مباشرة أو بالاستعانية بمرآة صغيرة ويجب الاهتمام بمناطق دخسسول الانابيب الى الرؤوس لاحتمال النضوح من جسراء Rolling أو وجود شقوق أو تنقر عميق ، وأذا لوحظ تنقر عميق من الخارج فيجب ثقبسته وفحص السمك ثم أعادة لحاميه (ع)

رؤوس المحمص Superheater headers عادة لاتفتح فتحات اليد لرؤوس المحمص في

### رؤوسس المساء Water headers

يجب فحص الاستطح الداخلية للرؤوس مسن حيث التاكل والتعرية ، ويجب ملاحظة كمية وموقع القشور المتكونة ،ونهايات الانابيبمن التنقر والقشور او التلف الميكانيكي من جراء التنظيف ، وأذا كانت كمية القشور والرواسب كبيرة لحد ما فقد تحسل الى الحد الذي يعيق تدفق المادة مما يعرض الانبوب الى الاحتراق نتيجة قلة التبادل الحراري ،والاسطح الى الاحتراق نتيجة قلة التبادل الحراري ،والاسطح

كل توقف الا أذا كان هناك تبديل لبعض الانابيب أو تصليح ، غير أنه من المفيد فتح بعضها أثناء التوقيد، ويجب ملاحظة أن المحمص يتعامل مع بخار جاف ويجب أن لاتكون هناك ترسبات وأذا لوحظ وجوش ترسبات فيجب التعرف على أسبابها ودراسنها لأن أي ترسب بانابيب المحمص يؤدي بالنسرورة الى الانهيار نتيجة أحتراق الانبسوب •

#### الفحص الداخلي لغرفة الاحتسراق Internal Inspection of Furnaces and Firesides

يتم الفحص الداخلي لفرغة الاحتراق عن طريق الدخول من الأبواب الأضافية أو من هكان أحسد المتاعل ، ويجب أن يكون هذاك شخص بالخارج يلاحظ الشخص الذي يقوم بالفحص بالداخل خاصة في المراجل التي تستعمل الفحم في الاحتراق فسأن طبقات السناج المتكونة على الحوائط الداخليسة قد يصل سمكها الى ١٢ بوصة ، وغمص الطابوق الحراري أو البطانة السرارية الداخلية من خيست وجود شقوق أو تعرية أو وجود خبث زائد نتيجة أنصهار البطانة ، وليس بالضرورة أصلاح أي شق ولكن يعتمد على عمق ومكان وشكل الشق وفسي الحقيقة لاتوجد قواءد ثابته أو حدود ولكن تعتمد على تقدير الناحص ومدى خبرته ،

ووجود تعرية أو خبث نتيجة أحتراق البطانة الحرارية يجب أن يلاحظ بعناية لانه أذا ترك نحد معين فقد يؤثر في الذلاف الحديدي الطارجي أو

المنشات الخارجية ، كما أن أهمال مثل هذه المالات في المناطق السفلي من الجدران قد يتسبب في أنهيار الاجزاء المليا نتيجة عدم التثبيت من أسفل رتددث التمرية في البطانة الحرارية نتيجة أنحياز الليب أو السرعة العليا للرماد المتطاير أو أن البطانة من مادة رديئة ، أما وجود الخبث أو أنصهار البطائة فيكون بسبب رداءة أو عدم ملائمة لظروف نشابيل أو أحتواء الرماد على أكاسيد المعادن أو أنحياز اللهب رقد تحدث التعرية حول فتحة المشاعاة في الجدران الجانبية أو المواجهة للهب ، وفي الراجل ذات جدران Water Walls فتحدث التعرية :[[] في البطانة بين أنابيب خاصة في الحائط المواجهاة للهب ، وأنصهار البطانة يحدث في أي منطقة ولدنه متوقع بدرجة كبيرة في أهاكن مجاري عسسازات الاحتراق ، ربجب هياس أماكن التعرية ومعسرفة مقدار سمك البطانة الضائع ويمكن الاستعاسسه بالمظطلات الخاصة بالمرجل لمرغة ذلك أو أن تنقب البطانة في تلك الاماكن لتحدية سمك البطانة الباقي وتقدير الملاج المناسب ، والبطائمة الساقطة أو المنتفخة بشكل كبير يجب أن تزال ويعاد تصليحها كما يجب دراسة أسبابها كان يكون المنشأ الحديدي الذارجي قد هبط أو تكسر البراغي الثبته للبطانب

راجزائيسا ء

#### Tubes - Lity

يجب نحص الانابيب من حيث الاحتراق والتاكل والتعربة ، وعادة يكون سبب الاحتراق وجـــود قشور زائدة أو رواسب على السطح الفارجـــي لانابيب الماء ، كما يجب فحص الانابيب وملاحظة الانتفاخ والجيوب الهوائية وشقوق الســــةى Sagging والتدلى Sagging

والتاكل الخارجي ينتج عادة من جرا، الردلسوبة وترسبات الرماد وتأتي الرطوبة من جراء نضوح أحد الانابيب أو أماكن أتصال الانابيب بالوعاء أو الرؤوس أو الاستخدام الخاطي، لنانخ السناح أو نضوح صمامه أو من مياه الامطار خلال المدخنة أو الاسقف أو من التكثيف أثناء توقف المرجل •

وحيث أن أنابيب المراجل عادة تكون ذات سمك قليل من فأن التأكل يكون خطير وأذا أكتشف أنهيار أحد الانابيب فيجب دراسة أسباب ذلك وأذا لم يهتدى الى السبب ع فيجب أخذ عينات من الانبوب لغرض الفحص الكيمياوي والمجهري ع وبالنسبة للانابيب المحنية فحصها

مضوء قري وبقدر الامكان الى منطقة الحنى ء وأذا كان هناك شك بوجود رواسب عالية _ فتستعمل الاجهزة الخاصة لتنظيف الانابيب المحنية مع تياس كمية الرواسب الخارجة ومساحة السطح المنظلف لاخذ فكرة عن كمية الرواسب ، وتفحص نهايسة الانابيب من حيث معدل بروزها ويمكن أستعمال الميكرومترات واجهزة القياس الاخرى لقياسس النظر الخارجي للانبوب وقياس الانتفاخ وعمت التنقر ومثل هذه القياسات مفيدة للغاية من عيث التنبؤ بالفترة الباقية من عمر الانبوب ومعدل التاكل والتعرية الخارجية للانابيب تكون من جراء أنحياز والتعرية الخارجية للانابيب تكون من جراء أنحياز اللهب أو الاستعمال الخاطيء لنافئ السناج وعادة تكون التعرية في الانابيب المواجهة للهب وعلى من على النابيب المواجهة للهب وعلى النابيب المواجهة للهب وعلى النابيب المواجهة للهب وعلى النابيب المواجهة للهب وعلى السياح وعادة أسياح المنابيب المواجهة للهب وعلى السياح وعادة أسياد النابيب المواجهة للهب وعلى السياح وعادة أسياد المنابيب المواجهة للهب وعلى النابيب المواجهة للهب وعلى السياح وعادة أسياد المنابيب المواجهة للهب وعلى السياح وعادة أسياد المنابيب المواجهة للهب وعلى النابيب المواجهة المهب وعلى السياح وعادة أسياد المنابيب المواجهة المهب وعلى الميابيب المواجهة المهب وعلى السياح وعادة أسياد الميابيب المواجهة الميابيب المواجهة المياب وعلى الميابيب المواجهة الميابيب المواجهة المياب والميابيب المواجهة الميابيب الميابيب الميابيب الميابيب الميابيب الميابيب الميابيب الميابيب المياب والميابيب المياب والميابيب الميابيب الميابيب الميابيب المياب والميابيب الميابيب المياب الميابيب الميابيب الميابيب الميابيب الميابيب الميابيب المياب الميابيب الميابيب الميابيب الميابيب المياب الميابيب المي

### فحمى الأجهـــزة الماعدة Visual Inspection of Auxiliary

الاجهزة المساعدة مثل أعمدة الماء والمقاييسس الزجاجية وصمامات الامانومراوح الضخ والسحب ونافخات البخار ومجاري غازات الاحتراق تقحص جميعها بنفس الاسلوب ومن ضوء ماذكر سابقا بعناية أكبر وعن قدرب •

# رابعا للمسافي المسافي النفطية

اعسداد المهندس / ارشست مصسد علي

المقدمسة :

ان الغرض من فحص وتفتيش الاجهزة التي قعمل في المصافي ومنها الاغران هي السيطرة على فترات التوقف المنتظمة وللصيانة الجيدة بتكاليف اقل وللقضاء على التوقفات الاضطرارية المتاتية من حدوث نضوح او حريق او عطب في هذه الاجهزة أو الافسران م

مجرى والمسمى Duct امّا السيطرة على المحرق والمسحدة الحرارة والفخط غيتم عن طريسة اجهزة دقيقة موضوعة على الفرن ومعدة لهذا الغرض ولتحميم اي فرن يجب ملاحظة النقاط التالية :

- ١ ـ كيفية عمل الفرن
- 7 ــ هجم الفرن وطاتته
- ٣ _ الماحة المدة لنصب الفرن
  - ع ــ اقتصادیات الفرن
  - ه ــ مصدر الحرارة للفسرن

يتراوح ضغط التشغيل في افران التكرير عادة من ١٠٠ رطل / المقدة المربعة الى ٣٠٠ رطل / العقدة المربعة المربعة ودرجات الحرارة مابين ٥٠٠ ف الى

اما في افران تحسين البنزين فتتراوح مابسين ٥٠٥ رطل / العقدة المربعة الى ٢٠٠٥ رطل / العقدة المربعة ودرجات حرارة مابين ٩٠٠ ف الى ١٥٠٠ ف ويتكون المادة الداخلة في الإنابيب هي خليط من نجاز الميدروجين والمواد النفطة دربعة الانفجار ٠

ان أفران المدافي عادة تكون مضمصة لتسخين المواد النفطية في ملفاتها أو أنابيها ولكن قد توجد أفران تحوي ملفات تسخين أو تحميص البخدار أضافة الى ملفاتها لتسخين المواد النفطية واجدزاء الفرن الاساسية من كمايلي :--

man of manufactured bearing and

ملف التسخين الدذي يحتسوي علسى المسادة النفطية الواجب تسخيفها يتكون من مجموعة انابيب مربوطة مع بعضها لنكون هاف او هلنسات ترتبط

هذه الانابيب احداها بالاخرى بواسطة منحنيات او مجمعات تكون ملحومة او مسننة اما الربط فسي الافران الحديثة فيكون بواسطة التوسيع ٢ ـ الفرن نـ

يتكون الفررن من بناء حديدي خارجي من الحديد الاعتيادي Carbon steel مبطنا المراري العازل من الداخل وكما يحتوي الفرن من الداخل على مساند لحمل الانابيب التي تكون عادة من سبائك فولاذية تحوي على نسب عالية من الكروم والنيكل لمقاومة الحرارات المالية المتانية من عملية التسخين •

ويحتري الفرن على الشاعل ونافخات الهواء ومنظفات البخار (لتنظيف الانابيب من الخارج من المواد المترسبة عليها اثناء عملية الحرق) والاجهزة

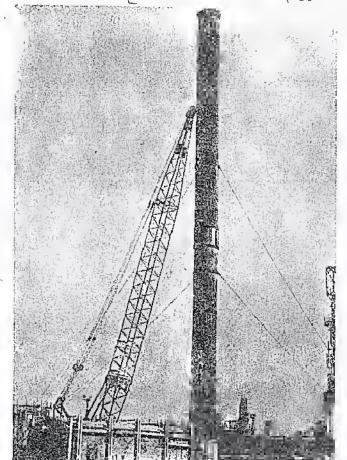
الدمنيقة المربوطة في الداخل لقياس درجات الحرارة والضغط وكمية الهواء الداخل .

#### ٣ _ المدنسة :_

هي الجزء الذي يستلم الغازات المحترقة من الفرن عن طريق المجسسرى الهوائي Duct لتسلمها الى الخارج وعادة تكون على شكل أسطواني مبني أو غير مبني من الداخل بواسطة طابوق حراري وفي الجزء الاسفل منها توجد الد

Damper التي تتكون من سبائك فولاذية تحري على نسب عالية من معدني الكروم والنيكل للسيطرة على أخراج الغازات المحترقة •

والشكل رقم ١٦٥ يبين أحد انواع المداخن رمن النوع المربوط Guved .



ر المار ( ) المار ( المار ( )

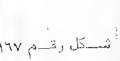
انواع الافران

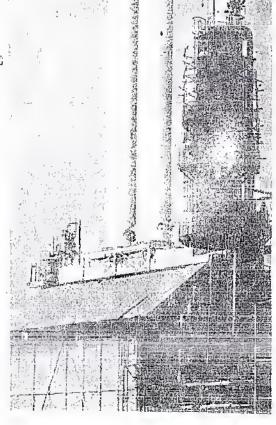
منالك عدة انواع من الاغران فير المسلفيٰ

والاكثر شيوعا هي :ـــ

ا ـ نوع المسمى Box heater كما في

الشكل رقم ١٦٦



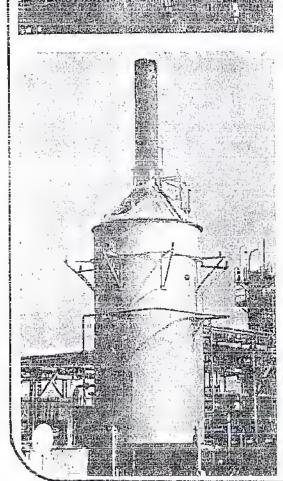


شسکل رقسم ۱۳۲

٢ ــ الفرن العمودي كما الشكل رقم ١٦٧

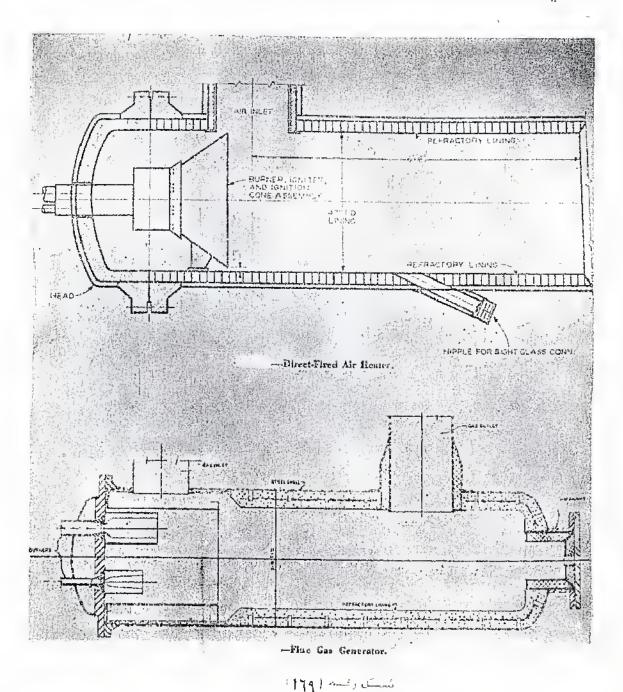
٣ ــ الفرن المعازوني كما في الشكل رقم ١٩٨

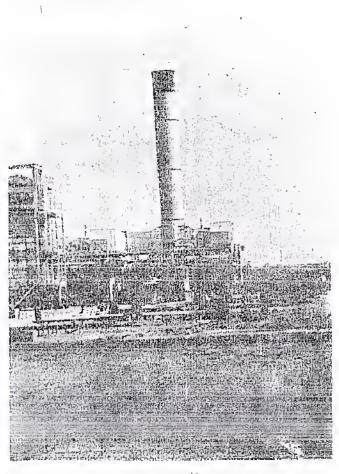
ئسكل رقسم ١٢٨



الشكل رقسم ١٦٩ حيث يكون في نهاية الاسطوانة المنسل الذي يحرق المواد النفطية لتسذين الهواء ،

افران المحرق المباشر :-منالك افران لتسخين الهواء فقط التي تستعمل في المصافي وتكون عبارة عن شكل اسطواني كما في





(iV.) -----

#### المداخس :ــ

المدخنة عبارة عن شكل اسطواني عمودي ذو ارتفاع معين وتستعمل لمنع تلوث النجو وحسب مواصفات عالمية معتمدة وتنقسم الى ثلاثة انسواع في المصافي وهي موضحة في الاشكال أدناه:

ا مدخنة الغازات المترقة Flue gas stack يستلم هذا النوع من الداخن الغازات المعترقة من

الفرن عن داريق فتحة من الاسفل وتكون المدخنة اما من النوع المبني بالطابوق او الكونكريست او الحديد و المدخنة المصنوعة من الحديد تكون مغلفة من الداخل او غير مغلفة وتكون على نوعين :

أ حد نوع لايرتبط بالارض بواسطة حبال كما Self supporting في الشكل رقم ١٧٠ والمسمى Anchor bolts فقط ويكون الربط عن طريق الى

ب - نوع مربوط مع الارض بواسطة حبسال حديدية اضاغة الى Anchor bolts كما فسري الشكل رقم (١٦٥) والمسماة (١٦٥).

قطر المداخن من الداخل متساوي من الاسفال الى الاعلى أما من الخارج فيكون الجزء السهاي اكبر قطرا من الوسط والاعلى وذلك لتكون المدخنة اكثر ثبوتا لمقاومة الرياح والقوة العمودية ويجب عند تصميمأي مدخنة اضافة سمك الى السمك المطلوب وهي بمثابة سماح للتاكل Corrosion allowance كما يجب أن نكون قاعدة المدخنة منحدرة السي الوسيط

ومربوطة بانبوب الى الخارج لتصريف سوائل تسد تتجمع في الاسفل وتكون هذه السوائل حامضية نتيجة وجود الكبريت والغازات ، اول اوكسيد الكاربون التي تسسبب الكاربون وثاني اوكسيد الكاربون التي تسسبب التآكيل .

## (Flare) _: ale_ill_ 1.

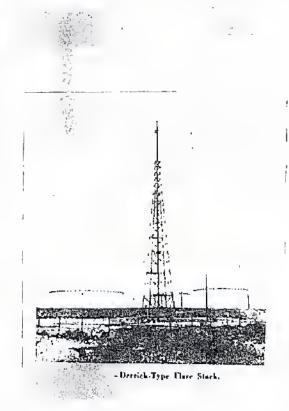
من ظواهر المصافي الشعلة التي تتوهج وتشعل المواد الغازية المنبعثة من المواد النفطية عندد تكريرها وتتكون تلك الغازات في الحالات التالية ندر عندما تكون مجاري التصريف تحت الضغط •

عندما تفتح حسمامات الامان المرتبة علــــــى
 الاوعية في المصفى •

، ٣ _ عندما تنظف الأوعية من المواد النفطية •

وتنكرن السُعلة من انبوب عمودي في اعسلاه شرارة لشعل المواد النفطية ومن الاسفل تكون مرتبطة بوعاء Drum لفصل المواد السائلة المتأتية مع الغازات الزائدة وللشعلة ارتفاع معين وموقعها يبعد مسافة معينة عن الوحدات الاخرى حسب مواصفات عالمية بغية السلامة و

وهناك نوءان رئيسيان من الشعلة :۱ - نوع مربوط بواسطة حبال حديدية Guyed
۲ - نوع اخر ويسمى Derrick flare Stack
کما في الشكل رقـم ۱۷۱



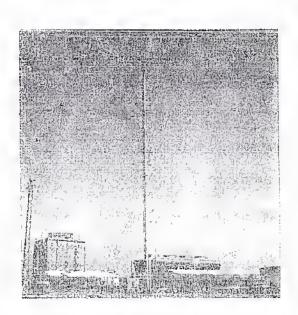
شمخل رقسم ۱۷۱

lare tack

199

#### ۳ ــ مدذنــــة ألنسريف Blowdown Stack

هي مدخنة تصرف الغازات الزائدة والسامية من الاستفل من الاستفل التشغيلية وتكون مربطة من الاستفل المي تفصل المسواد التي تفصل المسواد السائلة ، كما في الشكل رقص ١٧٢



سحق رمسم ۱۷۳ آلفاکسل ت

ويرجح اسباب حدوث التاكل قصي الحدناعة النفطية في الافران الى العوامل التالية :-

#### ١ _ ظروف تشفيل الفرن

تقصد بظروف تشغيل الفرن هي اما أن يكون المفرن لفصل وتكرير النفط الخام أو لفصل المسواد الدهنية عن طريق الفاكيوم أو تكسير الطقسات البارافينية في البنزين أو فصل المواد الخفيفة فسي الواد النفطية .

#### ٢ ــ مواصفات الموادالداخلة الى الفرن

ان اهتوا، المواد الداخلة الى الفرن علي الكبريت والكلورايد ومواد عضوية او مواد حسلبة تسبب في ترسب المواد تسبب في ترسب المواد الصلبة على جدران الانابيب من الداخل التي ترفع بدورها درجات الحرارة في الانابيب وبالتتيجيبة عزيد من سرعة التاكيل و

#### ٢ _ سرعة حريان المادة

اسرعة جريان المادة داخل الانابيب والمجمعات والمختيات تأثير مباشر على سرعة فقدان السمك عن طريق التعرية والمسمى بـ Erosion وكما أن أحطدام المواد السائلة بالمندنيات تزيد مسسن سرعة عقدان السمك ايضا ،

#### الفسفط ال

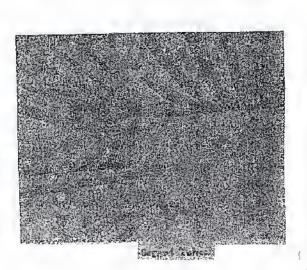
عندما يكون الضغط ودرجة الحرارة داخسا الانابيب التل من الدرجة الحرارية والضغط التي يحسل عندما الكلل المتابق فان ذلك الإشكل حملوره والمن عندما ترداد درجة الحرارة والمسخط فهنالك احتمال حدوث الكلل الذي يكون على شكل النقاخ bulging او شق في الانابيب ،

#### هــدرجة الحرارة

ان ارتفاع درجة حرارة المادة النفطية في الفرن تسبب ارتفاع في درجة حرارة سطح الانجسوب والمنحنيات والتي تسبب في زيادة سرعة التاكل وفتدان المدن اواصفاته الاساسية واهم تأثيرات درجات الحرارة على الانابيب في الاغدان هي: -

١ _ انحناء الإناسب الى الاسفل Sagging

تما في الشكل رقم (١٧٣)



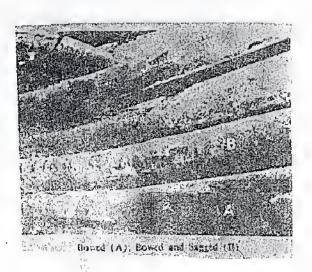
شدكل رقدم ١٧٢

وسبب هذا النوع نتيجة ضعف الهيكل (هيكل الانبوب) تجاء الجهود الموجودة في الفرن ويكون ايضا من جراء هرارات عالية غير متوقعة او عسدم رجود مساند بصورة صحيحة او كافية في الفرن .

#### ۲ ــ انمناء الانابيب الى الاعلى Bowing.

تاتى هذه الحالة من جراء اصطدام النـــار بالانبوب في مناطق معينة دون غيرها او ترسب مواد صلبة على جدران الانبوب من الداخل التي الانبوب في محلات مساندها على الـ Tube Sheet وعدم امكان حركتها او قد تأتى من عدم وجـــود

طول كافي مناسب للإنبوب عند التبديل او النصب والشكل رغم (١٧٤) يمثل النوع المذكور .



#### شسکل رقسم ۱۷۴ ٣ ـ تقشر القشرة الخارجية

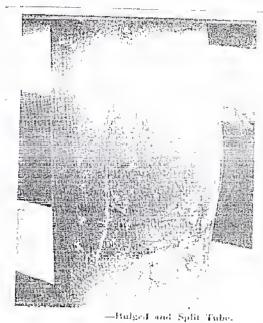
يتم هذا عندما تزداد درجة الحرارة بصورة طبيعية الى هد تأكسد المعدن وذلك عن طريق حرق مواد مفطية اكثر من المعتاد ٠ او وجود غلق جزئي آو كلى في داخل الانبوب الذي يمنع تبريد الانبوب عن طريق المواد السائلة المارة ويمكن تمييز القشرة الاعتيادية عن القشرة المتأتية من حرق المواد النفطية وذلك بفحصها بالمغناطيس حيث أن القشرة الاعتيادية تنجذب الى المناطيس بعكس القشرة المتأتية من الحرق التي لانتجذب والتسنلرقم (١٧٥) يمثل مجموعة من الانابيب التي تعرضت الى تقشر المعسدن الخارجي ٠

#### ٦ _ تصميم الانابيب

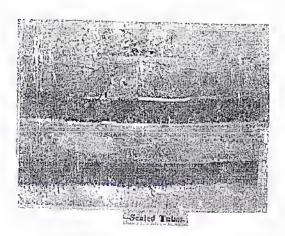
أن تصميم وضعية الانابيب في الفرن من حيث القياسات ومناطق الربط له التأثير المباشر على الاحمادات والتغييرات التي تحصل عند تشغيل الغرن وزيادة درجات الحرارة التي تؤثر على تمدد المحدن وقد يؤدي التمدد هذا الى تغير وضعية الانابيب او حصول كسر او شق في احسد الانابيب او الذونيات و

#### ٧ ــ فرق درجات المرارة

هنالك غرق بين درجات المرارة على مقطيع الانبوب من حيث موقع الانبوب بالنسبة للمشغل وهذا يؤدي الى غرق في التآكل حيث ان التآكيل يرداد بازدياد درجات المدرارة كما في السال رقدم (١٧٧) •



نسكل رقام ١٧٦



شکل رقام ۱۷۰

#### ع ـ مقاومة معدن الانبوب

ان مقاومة معدن الانبوب للإجهاد تقل بازدياد درجة المرارة وهذه الاجهادات تؤدي الى تفديد شكل الانبوب أو حد ول زحد فيد فيد شكل الانبوب أو حد تؤدي الى انتفاخ فد ب الانسوب يمانيا ألما في الدكارة م (١٧٦)، م تفيير تركيب المعدن

ان وجود معدن المديد تحت تأثير الاجهادات العالية ودرجات الحرارة العالية ايضا يؤدي السي قلة أو زيادة في نسبة الكاربون في المعدن أو زيادة في حجم البلورات في المعدن وهذا بدوره يسؤدي الى قلة متانة المعدن وبالتالي أنفجار الانبوب وقد تؤدي الإجهادات الى شق في الانبوب وهذا النوع بسمى بسمى بسمى بسمى بسمى بسمى المحدد المحدد المحدد والمحدد المحدد المحدد

## المواد النفطية المستعملة في الحرق وعلاقتها بالتآكيب

للتأكل في انابيب الفرن أو المساند علاقسة مباشرة بالمواد المستعملة للحرق في مشاعل الافران فمثلا عندما تحتوي المواد النفطيسة المحترقسة على كميات من الكبريت عان الكبريت هذا يولد عند المدرق الكبريتات التي تقرسب على الانابيب مسن الخارج وخدار مذه الواد يترن قليل عند اشستغال الفرن ولكن عند تبريد الفرن اثناء التوقف فسان الكبريتات تدرد وتعدا بامتسادي الرطوبة من الجسو وتكمر عادي الكبريتان الدي هو وسط ديد وتكمر عادي الخرى عندما تحري المواد النفيلية الذي هو وسط ديد النفيل وحداد الخرى عندما تحري المواد النفيلية المناسة في حرن عندما الافران المناسة وحداد عداد المناسة في حرن عندما الافران المناسة وحداد عداد المناسة في حرن عندما الكفران المناسة في حرن عندا اللفران المناسة في حرن عندما الكفران المناسة في حرن عندا اللفران المناسة في حرن عندا المناسة في حرن عندا اللفران المناسة في حرن عندا المناسة في حرن المناسة في المناسة في حرن المناسة في حرن المناسة في المناسة في حرن المناسة في المناسة في حرن المناسة في حرن المناسة في حرن المناسة في حرن المناسة في المناسة في حرن المناسة في مناسة في حرن المناسة في حرن المناسة في مناسة في حرن المناسة في مناسة في مناسة في حرن المنا

Eccentric Corrorlun of Tube.

تـــكل رقـــم ۱۷۷

الفناديوم ففي درجات حرارة مابين ١٢٠٠ ف السى ٠٠٠٠ الله من ١٢٠٠ في السيد الفناديوم يسبب تآكل المعدن وذلك بصهر المناطق الخارجية للانابيسب واحالتها الى شبه سوائل أو عجينة منصهرة •

وقد تتأثر انابيب الحمل عندما تعمل درجة المرارة اثناء التشميل الى درجة حرارة النسدى حيث تتكون حوامض التي بدورها تؤدي الى تآكل النسدن .

تما منائك طريقة تنظيف الانابيب بواسطة البخار والهوا، والغاية منها تنظيف الانابيب مسن الكاربون المترسب عليها من الداخل فعند ازدياد درجة الحرارة في هذا النوع من التنظيف والتسي تتاتى من عدم السيطرة الجيدة على العملية فان الانابيب تتأثر وقد تحترق • كما أن القوى التسي تتبعث اثناء (التوسع Rolling) تسبب شق في المجمعات والمنحنيات لذا يجب الانسسراف والمتابعة المستمرة على العاملين لتلافي هذه العيوب والمتابعة المستمرة على العاملين لتلافي هذه العيوب الشمعات والمنحنيات لغرض فتح رؤوس المجمعات المنطق في المحمعات والمنحنيات العرض فتح رؤوس المجمعات المنطق في المنطق

#### طرق فحص القدرن

لقحص ملفات الفرن من انابيب ومنحنيات ومسائد ٠٠٠ الخ ٠ عدة مرق يجب اتباعها لمرخـة وتحديد وضح الفرن بالنسبة للتشغيل وهي :ـــ

- ١ ــ الفحص البصري ٠
- ٧ ــ الفحس بواسطة المارقة .
- ٣ _ فحص سمك الانبوب والمندنيات -
- ع _ تنقيب بعض مناطق الانابيب والمجمعات -
- ٥ سـ فهدن بالضفط بواسطة السرائل (ما) .
  - ٣ ــ أنر ، أحرى من الفعومات ،

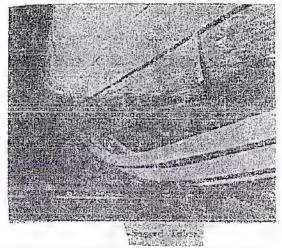
الفحدل البصري

وهو من أهم أبواع الفحدن فأشبة ويمسن بواسطته تعديد الميهب والتأنل الذي ةد يصدت على الاللبيب والجمعات أو تميم لدون المعدن الذي يدل على تغيير عواصفانه والتنقر الذي يحدثماني المتعلق والألب من الدامل وحكي والمراسا النوع من القحص الى عاياي ...

#### ١ ــ المفحص المخارجي

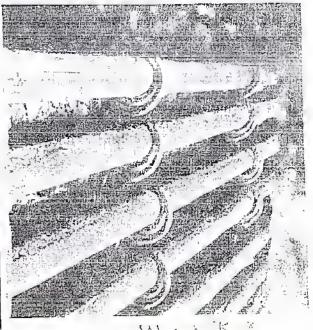
بمكن مادحظة النقاط التالية بواسطة الفصص البدري من الخارج:

١ ــ انصاء الى الاسفل أو أنصاء ألى الاغلى Sagging or Bowing کما في الشكل رقم ۱۸۰ يبين الانجداء الي الاستفار ،



شسكل رغسم ١٨٠

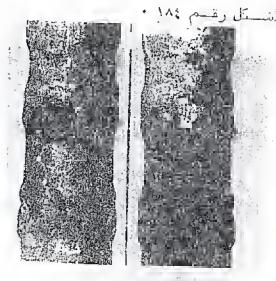
أما الشكل رقم ١٨١ أدناه يبين الأنحناء الي الأعلى :__



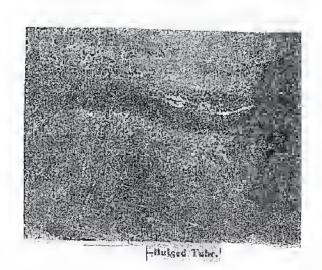
للسكل رغسم ١٨١

ع ــ تشخق أو انفصال في الادبوب كما في

٣ _ انتفاخ جز، من الانبوب او المنحني كما النسئل رقم ١٨٤٠ في الشكل رقم ١٨٢٠



Selective Correston. شستل رخدم ۱۸۶

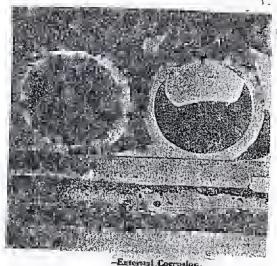


شــكل رقــم ١٨٦

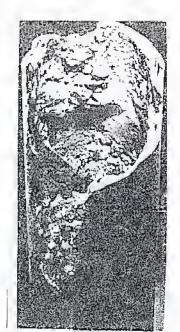
ه ... التاكل الخارجي للانبوب وسببه رجدود مواد كبريتية بنسبة عالية في المسواد النفطية ٣ _ تقشر القشرة الخارجية بسبب الحرارة المستعملة في حسرق مشاعل الفرن كما في الشكل

المالية أو حرق المعدن كما في الشكل رقام ١٨٥ وقام ١٨٥

شدكل رقيم ١٨٣.



شـــ كَلُ رقــم ١٨٥



وكما ان الانابيب انتي تتعرض الى حسرارات عالية في منطقة الاشعاع سوف تنحني الى الاسغل هذا النوع لايعتبر خطرا ولايستوجب القطع الابعد الفحص الجيد ويمكن اختيار احد هذه الانابيسب المنحنية كنموذج واذا وجد انه غير جيد غيمكن قطع انبوب اخر للتأكد من سلامة الانابيب المنحنية كما أن قرب الانبوب من النار يستوجب القطع لترنسه اكثر الانابيب تعرضا الى التآكل والتلف و هذا الى ان يتأكد الشخص الفاحص بان بقية الانابيسبب طالحة للعمل و اما اذا كانت الانابيب المستعملة بواسطة الله مناطق لحام غيجب فحص اللحسام بواسطة الله الناكد من صلاحيه المحام الانابيب المستعملة المحص البحري التأكد من صلاحيه اللحام مد يتشقق اثناء تعرضه الى حرارة عالية و اللحام قد يتشقق الربط بواسحلة الي حرارة عالية و جميع مناطق الربط بواسحلة الموسطة الموساعات

Rolling يجب محصها للتأكد من عصدم وجود نضوح اثناء التشغيل السابق وهذا الفحص وجود نضوح اثناء التشغيل السابق وهذا الفحص بتم علمة أثناء الفحص الآلي وقد يتألم المحتمدة ألمامن غير هذا في بعض الحالات الى مرآة اشاهدة المناهدة المناهدة المناهدة المحتمد الوحول اليها وقد لايمكن مشاهدة المناهدة فلال الساما أو 10 دقيقة الاولى لذا يجب المناظ على الضغط المائي ادة لاتتال عن نصف ساءة ربمكن معالجة النضوح في السامالية النضوح في السامود ودلسك بتوسيعها مرة اغرى وقد لاتنجع هذه العاريقة لوجود مواد كربونية بين الانبرب والمجمع والمجمع والمناهدة الانبرب والمجمع والمناهدة المناورة المناورة

كما يجب ملاحظة المنصيات والمجمعات مسن

#### الفحص البمري الداخلي

يمكن غدص الأنابيب من الداخل وبطول يصل الى ٣٠ تدم تقريبا وذاك بوضع فسوء على طرف من الانبوب من الطسرف من الانبوب من الطسرف الثاني وبالحكس لتحديد التآكل الذي يحدل فسي داخل الانبوب م

اه باستعمال جدار الله endo scope لمشاهدة معطم الأبورة من الداهل والساغة معينة ويمكن نلخيص الحالات التي يمكن منساهدتها بالفحسس البحري من الداخل وهي :-

أ ــ التنتر الــذي يحمل في داخل الادبوب • ب _ قلة سمك الانبوب وخاصة في النهايات • ج ــ قطع المعدن اثناء التنظيف بواسطة الالات والعدد الميكانيكية •

د ــ ختدان الانبوب لمنطقة الــ flare أو الــ Roll و الــ Roll و الــ Erosion!

نتيجـــة جـريان الدــــوائل والشـــكل رقـم ١٨٦ يمثل نوعين من التاكل الذي وجد أثناء الفحص البصري من الداخل •

وكما ان الفحص الداخلي يتطلب تنظيه السطح الداخلي بصورة جيدة لترضيح معالم السطح الداخلي على أحسسن وجسمه م

أن منطقة الـ Roll تتعرض الى فقددان السها وذاك من جراء رجود خركة غلسير منتظمهمة السوائل الجارية في الداخل نتيجهمة تغيير أتجاهها في المنحنيات أو نتيجة لتوسيع الانبوب بواسطة الموسعات لعدة مرات ٠٠٠

ان عدم تآكل الانبوب من الداخل بعسورة منتلمة وخاصة في مناطق الاشعاع لايمكن ملاحظته بواسطة الفحص البصري الداخلي لذا يجسب استعمال مقياس على شكل مقص واخذ قراءات على اقطار مختلفة ار بواسطة الاشعة السينية او بواسطة جهاز الذبذبات فوق الصوتية •

وقد تحمل نفس الحالة من التآكل غير المنتظم في انابيب الحمل وخاصة الانابيب القريبة مسن الجدران حيث أن هذه الانابيب تتعرض الى ترسبات على جدرانها الخارجية مما تسبب في ارتفاع درجة الحرارة في المنطقة المترسبة وبالنتيجة زيادة في التآكل في هذه المنطقة ٠

#### الفحص بوأسطة المطرقة

الفحص بواسطة المطرقة يتم بطرق السطح الخارجي للانبوب للدلالة على سمك الانبوب ومتانته

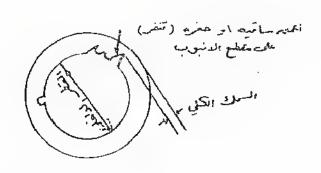
حيث ان كيفية رد فعل المطرقة ومقاومة المسلطح والرنين والصوت المتبعث عند الضرب بدل دلالله تتربيبية على سمك المعدن وتزداد الدقة في التقدير حسب خبرة الشخص الفاحص ويختلف حسسوت المطرقة باختلاف سمك المعدن ووجود المواد المترسبة على داخل الانبوب وخارجه وكيفية وضع المساند وابعادها الخ ، فحص الانابيب التي تحوي على نسبة من الكروم والنيكل أو Stainless steel بجب عدم طرقها بقوة حيث أن محل الضربة عند بجب عدم طرقها بقوة حيث أن محل الضربة عند مذه الانواع من الانابيب تتكون فيها اجهسادات نسبب في تشقق أو زيادة في التآخل عند التشفيل ، سمك المسدن

لتحديد سمك المعدن في الانابيب والمجمعات الهمية كبرى لدى الشخص الفاحص ويمئن حصرها في النقاط التالية :-

- ١ ــ السمك الواجب وجوده لتحمـــل الضغط والحرارة والوزن الغ ٠ --
- ٢ __ السمك الحقيقي: وهو السمك اعلاه مضافا
   Corrosion التآكل والمسمى بـ allowance
- س _ السمك المفقود، وهو السمك الذي فقد الناء التشغيل الاخير .
- إلى من المحتمل للفقدان: وهو السمئ الدذي بتوقع الشخص الفاحد فقدانه اثناء التشغيل القاحم •

وكما يجب ان نعرف هنا كيفية قياس السمك والشكل رقم ١٨٧ يبين ماهو السمك الكلي لانبوب متآكل يمكن تشعيله فقرة الخرى •

erecute or a construction of the contraction of the IAT TOTAL 



شــكل رقــم ١٨٧

## ولاهمية قياس السمك هنالك طريقتان :_ الطريقة المتلفلة

ويتم قياس السمك بهذه الطريقة عن طريق ثقب الانبوب ثم ادخال الفرجال من هذا الثقيب وقياس السمك ويكون قطر الثقب هذا من ١٦/٥ ائج بالنسبة لمسمك ٣/٤ انج و ١٦/٧ انج لسمك (١) انج وهذه الطريقة غير جيدة لانها تتلف الانبوب ٠

#### ٢ ـ الطريقة غير المتلفة

يمكن المحسول على سمك المعنن وذلك باستعمال الفرحال وقياس القطر الداخلي والخارجي شما المحدول على السمك بواسطة الفراحيل المختلفة الاشكال والاحجام المتوفرة في الاستواق كما في الشيكل رقم (١٨٨) •



شيكال رائيم ( ۱۸۸

أو بواسطة جهاز الذبذبات ذوق المسدوتية الذي هو افضل واسرع وارخص طريقة للقيداس • يجب أن تناط مهمة القياس الى اشخاص مندربدين على هذه الاجهزة •

وهناك طريقة قياس بواسطة الاشعة السينية التي يمكن الاعتماد عليها في القياس ولنتها بطيئة وغالية التكاليف -

#### المدم بالضفط المائسي

عند وجود تبديل أو تصليح أو فتح على الانابيب والمجمعات في الفرن فيجب فحص الفرن بالضغط المائي وذلك بادخال الماء الى داخل آنابيب الفرن شم زيادة ضغطه الى ضغط الفحص المائي المقرر ويكون مندار هذا النسط ( ١١/ ) بقدر أعلى ضغط تشغيلي للفرن عادة أو حسب ماهر مصمم ويترك نصب ساعة على الاقسل ،

بيجب أيضا محس الله الداخل الي الفرن المتأكد من خاوه من الكلورايد الذي يسبب غطوا على أناديب الفرن وحاسا الابب الفرلاذ المسسلوم للمسدة Stainless sieel وعدم نزك الماء في الفرن لمدة طويلة حيث تد ينجمد آثناء الشسستاء البارد أو يزداد الضغط الانساء المسيف المسات وعند وجود النسخط يجب خحص محلات الوسعات والروابط Flanges وغدس متياس الضغط اثناء الفحص وقبله للتأكد من عدم وجود أي أختلاف وثم تنريغ الماء وتجغيف الفرن بواسطة البخار عادة ثم البدء بالتشميل ، وكما يجب ملاحظة الفتسرة

الراقعة بين التجفيف والتشافيل حيث يجب أن تكون أحدى صمامات التنفيس مفتوحة لئلا يتكون داخل انابيب الفرن تخلخل في الضغط نتيجة تكك البخار. وحصول ضرر للانابيب والمجمعات •

#### الفحص المختبري وبمض الفحومات الاخرى

ان معدن انابيب ومجمعات الفرن قد يتعرض الى تغيير في تركيبه مما يفقده الخواص المكانيكية الاساسية في الصلابة ومقدار مايتحمله من الاجهادات وتاتي تلك عن زيادة أو نقصان في نسبة الكاربون في المعدن أو بداية التشقق المتاتي من الاجهادات والكلل ربعض أنواع تفاعل الهيدروجين مع المعدن ولايمكن التاكد من هذه المحالات الا عن طريسة عصص مختبري وهمص نماذج من اجزاء النون ومعض مناذج من اجزاء النون ومعض نماذج من اجزاء النون ومكن المنابيب أو المجمعات الى المختبر وليكن مناال فحوصات أخرى لهذا النوع واسطة جهاز الذبذبات فوق الصوتية أو المحاليل الكيمياوية أو المنابيل الكيمياوية أو المحدد السي الفحوصات غير المقلفة والمحدد المحدد الم

#### الوسسيع الانبسوب

منالك طريقة شائمة للربط بين الانبوب والمجمع في اغران المصافي وذلك بواسطة توسيع Rolling الانبوب داخل المجمع ويجب اتباع الطرق الصحيحة في الفحص والعمل للحصول على ربط جيد بين الانبوب والمجمع ويتم الفحص هذا على مرحلتين :

أ ـ عند تدخير الانبوب والمجمع تؤخيد
 القياسات المطلوبة وتفحص محلات الربط فحصا
 دقيقا للتأكد من نظافتها •

ب ـ عند أكمال التوسيع حيث تفدس كيفيـة الربط والقياسات الحقيقية •

#### كيفية حساب اقل سمك

ان سمك الانبوب والمجمع هو الذي يمنسم نضوح المواد النفطية الى غرفة الفرن دَما أن السمك له علاقة مباشرة بدرجات الحرارة والضغط ونوعية المادة الداخلة والخارجة من الفرن وعلى فسرواتها يتحدد في كثير من الحالات طول الانبوب والساند وحجمها •

وهنالك طريقة معادلة bar-Low في حساب سمك الانابيب وكذلك سمك الاشكال المختلف للمجمعات التي يضاف اليها سمك اخداني يسلمن المعلم الشمكاء المعقد •

وان السمك بهذه الطريقة او الطرق العلمية الاخرى هو سمك نظري فقط واقل من السمك العملي الواجب العمل به في الافران ولاجل المسلمات والمال على السمك العملي يجب حساب الاجهادات والمال وكيفية جمع هذه الاجزاء عند النصب والنقل ١٠٠٠لخ

#### الأسس الكونكريتية :—

ان كل الاسس الكونكريتية الموجودة تحست الفرن والمدخنة تنغمر الى الاسفل بنسب قليلسة من جراء الوزن الموجود وقد يكون الانغمار كبح الكمية مما يسبب مشاكل كبيره مثل التشسققات

والانبطحات والتهدم الذي يحصل على الفرن أو المدخنة أو تسبب في أجهادات كبيرة على الانابيب المربوطة بالفرن وحتى على بقية أجزاء الوخدة الاخرى و وقد تسبب في نضوحات مختلفة الانواع ويجب معالجة هذا النوع مباشرة وفحص جميع الانابيب المربوطة فحصا دقيقا لمعرفة هل أن هنالك الجهادات أو تمددات حصلت في الانابيب بسبب هذا الانغمار أم لا و

وقد تتطلب الحالة الى رسم خط بياني لقدار الانغمار لكي يكون الشخص الفاحص على بينة بما يحدث في الفرن او الوحدة وقد تسبب الحرارة العالية المتأتية من الفرن فقدان الكونكريت للمساء الوجود فيه وبذلك يتحول الكونكريت الى مسادة مشة غير قابلة لتحمل الوزن المسمم عليه و أو قسد يحصل تشقق في الكونكريت نتيجة الانفجسار أو الاهتزاز ويسبب هذا الشق الى دخول الماء ومواد متآكلة اخرى الى التسليح الحديدي داخسسل الكونكريت وتسبب في تآكلها مما تضعف قوة ومتانة الكونكريت وتسبب في تآكلها مما تضعف قوة ومتانة

#### فحصس الهيكل

يجب فحص الهياكل الحديدية او الكونكريتية بالنظر أو المطرقة لملاحظة الانحناءات المتاتية من زيادة التحمل أو قوى عرضية أو تأثيب الحرارة على هذه الأجزاء وقد تتأثر هذه الأجزاء من جراء التآكل وفي مثل هذه الحالة يجب حساب هذا الجزء بدقة وكيفية أعدادخطة لتصليحه •

محلات الوقوف والسلالم والهيئل الخارجية والجدران الحديدية والمحبخ ومقدار تأثره بالحرارة يجب فحصها بالنظر أو المطرقة لمعرفة مدى تأثسير التآكل أو التشخيل عليها •

كما يجب فحص ابـــواب مراقبســة النـار Inspection doors للتأكد من تسرب البواء منيا الى الدلخل أو بالعكس • كما أن فحمر البناء الحراري والطابوق الناري من الدلخـــل ومقدار وحجم التشققات الموجردة غيها تؤثر تأثيرا مباشرا على الهيكل من تآكل او زيادة في الحرارة • • • الخ-

#### فحص المشاعل

يجب فحص المشاعل بواسطة النظر التسساء التشغيل وتسجيل التصليحات الواجب اتحاذها عند التوقف السنوي او قد تتطلب الحالة الى تصسليح فوري او تغيير نوع المشعل اضافة الى فحصها عند التوقف السنوي لان وجود مشاعل تعمل بعسورة غير مرضية تسبب في زيادة التآكل او حرق الاجسزاء الفرن نفسها من انابيب ومجمعات ووالمح

فحس المنسوات

قنوات انهوا، الخارج والداخل الى الفسون تكون اما مغلقة من الخارج او الداخل او بسدون تغليف حيث يعتمد على درجة الحرارة لذا يجسب فحصها اثنا، التشغيل وتسجيل المناطق المتأشرة بالحرارة لفعصها او تصليحها في التوقف السنوي عكما يجب فحص خطوط اللحام او محلات الرباط بالمسمار للتأكد من صلاحيتها كما أن تشققات داخلية للتغليف تؤثر على السطح الخارجي للقنوات و

#### فدس الداخن

يجب فحد الداخن من محلات وقوف وسلالم او محلات اللحام بالنظر والمطرقة كما أن حسرق الصبغ الموجود على المدخنة يدل دلالة وأضحة أن منالك ضرر في البناء الحراري الداخلي أن وجد وفحص البناء الداخلي وحبال الرفع (المستعملة لرفع المواد الى الأعلى) وكما يجب فحص الموصل الارضي للمدخنة الذي يجب أن لاتتل متاومته عن أوم و وباختصار يجب فحص جميع أجسزاء الدخنة من قبل شخص فني متدرب و

#### فحص الاجهزة الدقيقة

ان الاجهزة الدقيقة المنصوبة على الفرن او الوحدة مي عماد عطيات التشخيل السليم والجيد لذا فان فحص هذه الاجهزة دوريا أثناء التوقسف وتبديل او تصليح هذه الأجهزة تعتبر من النقاط الاساسية في الفحص وكما يجب فحص الانابيب والاسلاك الموصلة الى هذه الاجهزة للتأكد من عدم وجود نئم أو ننده ح نبها ع

#### ناغضات ألهسواء

يجب غصص ناغخات الهواء عند التشغيل وتصليح ما يتطلب منها عند التوقف السنوي لأن توقف الناغخة لاي سبب كان قد يسبب في توقف الفرن والوحدة بالطبع • كما يجب فحص المحرجات Bearing فحصا دقيقا وملاحظة ان درجة عرارة المحرج لاتريد عن ١٦٠ ف عند التشايل وتربيتها وملاحظة الأصوات غير الطبيعية التساي

تحدث في النافخة والعمل على معالجتها وكما ان انربط بين النافخة والجزء المحرك لها أن لم يكن متوازنا يسبب في سرعة عطل المدحرجات وتلفها •

#### التقسارير

تعتبر التقارير التي تخص فحص الفــرن والتصايحات التي أجـريت عليه هي العمود الفقري في اي فحص او عمل يقوم به الشخص الفاحــص ويجب الحفاظ عليها بصورة جيدة بعيدة عن التلف ،

وان التقرير الجيد هو التقرير الذي يحـوي على جميع المعلومات التي تخص الفرن منذ البداية ( بداية نصب الفرن ) لحين الفحص الاخير وهنالك فرق بين التقرير الذي يخص القسم والادارة وبين التقرير الذي يخص الممل في الحقل أو التقريـــر الذي يخص الغمل في الحقل أو التقريــر الذي يخص الغمل في الحقل أو التقريــر الذي يخص الفحص حيـث

يجب أن نكون المعلومات (في تقرير الحقل) قليلة ووافية العمل فقط كما أن المعلومات التفصيصيلية يجب أن تكون هي الأخرى متوفرة للرجوع اليها عند الطلب •

الصور الفوتوغرافية والمخططات التي تخص الفحص تكون مفيدة وخاصة عندما يجد الشخص الفاحص انواع غريبة من حالات التآكل وماشابه وكما ويجب أن تكون معلومات الفحص متوفرة في كل دائدرة •

يجب همص سمك الانبوب والمجمع عند النصب أي قبل التشغيل لانه في اكثر الحالات هنالك اختالا بين الخرائط واوامر الشراء وبين ماهو موجسود فعلا في الفرن ، ولاجل توضيح التقرير نجد الشكل رقم (١٨٩) الذي تعمل به احدى الشركات الفاحمة للافران ،

Plant TORE INSPECTION RECORD Hettery _____ Bistory of All Titles Teke Layent Braulay .... (Sample Report) Tube Tube Original Eurode und Optiole Discreter Uncher) I buried Jerude and Outside Diameter Date Igustjed Tube No. Material Take No. Installed Material Gircher) Aide Wall (Contd.) 4,5 by 1.5 4,5 by 1,5 1 to 176 2-74-27 3.5 by 2.7 B. 7-71 12 4-24-12 10 7.[7.3] 4.5 by 1.5 Prehentie 12-11-30 4 Lby 3.5 H. 4-14-12 45 8) 15 4.5 by 5.5 4.5 by 3.5 2-29-12 4-17-30 4.5 by 1.5 4.5 by 1.5 11 1-10-19 14 in 13 9 9.19.10 4 5 by 13 4 5 by 3 5 1-10.70 4.5 lb 3.5 7.5 by 5.5 1111a 27 4-17-30 15 15 25 4-24-17 4.5 by 3.5 Ē 22-12 4.5 by 3.3 9.19.10 26 27 71 24 to #: 4-17-10 1-29.12 4.5 by 3.5 4.5 by 3.1 8) 84 (n.97) 1.3 by 2.7 1.3 by 2.7 4-17-30 28 49 1-10.29 743.32 10.76-37 4 1 kg 3.5 4.5 kg 3.5 93 to 94 4-24-37 5.5 ley 5.7 1-15-02 9100 (03 10-14-12 4-17-30 5.5 by 2.7 ) ( 37 7-16-13 43 by 3.5 43 by 3.5 43 by 3.5 43 by 3.5 1-17.32 103 to 104 1.5 by 2.7 10/74-32 44143 185 pr. 166 3.5 by 2.7 107 to 114 2-74-77 3.5 by 2.7 14 17-26-37 35 4.5.33 Side B'all 7-8-31 4,5 by 3.5 4,5 by 1.5 1-15-32 12-17-31 ---4,5 by 1.5 14-17 4.51.223 7-31 11 4.5 by 1.5 4.5 hv 1.5 1.4.17 MOTES Cress and the media terminate. Pertinent, may live a control deed, To manham on Consenting takes having rang harang may be grouped. I Plain carleen E (a li percent chimin) il 1 percent imstybborom.
 P percent chimine, 1 3 percent instybborom.
 I C percent chimore. 1. 14-5 change rickel 2 - Cto b prive of change. 3. 2 percent change, 0.5 percent mulybalenane. Method for Reprinte Welded Tubit led for with dispellion steel. 1. 2 for within 4 to 6 percent already again 1. 2 for 18-8 signly within 1 to 6 percent absorber signly. Method for Recording Uprel-Lad Tuber.
Symbol denoting kind at steel followed by "u," such as in, 5u, 1u, etc.

Method for Reporting Takes with Take-End House Symbol denoting kind of meet fullneed by "Ly" ruth as 21, 41, etc.

وهذه الصورة تمنل كيلية تهيئة نقرير انابيسب التي أستبدلت والتي سنبدل والتي يمكن أن تكون الفرن بعد الفحص وعند تحذير الفرن للعمل تانية

والشكل رقم (١٩٠) يبين لنا وضع الانابيب الفساحس . في الفرن وكيفية مرور المادة الداخلة وكذلك الادابيب بالوان مختلفة لسهولة التوضيح من قبل الشخدى في الوحدة -

RADIANT SECTION TURES outer con 'h' motros con-SUPERMEATER PERMITS A THE PERMITS OF THE PERMITS

Copy of thingram in be tent in with tube impertion record after each periodic forgetting and tent.
 Codin all other which are approaching minimum thickness at time of periodic inspection, or red.
 Edgy of this diagram to be true in with tabe true wal record, naty which arrangement of tuber in frame traches in the red.
 Titles shown in diagram but in healer or in service to be truesed out.
 Tuber artisally in heater but not shown in diagram to be shown in their relative frontions and given many number as adjacent tabe with suffer "A."
 Field to indicate actual flow when it disagrees with flow thown on diagram.

119.1 - 22.

#### الشكل رقم (١٩١)

اما الارتمام الواقعة التي اليمين فتمل السلمك السلمك النسائع وهذه الصورة يمكن طبع نسخ عديدة هنها والعمل بها في المقتل مع الشخص الفاسدن .

نجد من هذا الشكل ان الارقام الدربية القديمة ( الانكايرية الممردية ) تمل الابحاد المأخوذة فسي الفحص السابق اما الارقام المانتينيسية ( الارقام المانة ) تمثل الابعاد المأخرذة في الفحص الحالسي

#### TUBE INSPECTION RECORD

Record of Tubes Califords
(Surph Field Ford Sheet)

Maria /	NI95
Çleb	391
Materia.	

		intitut in Box chis)	Inside Dising				neter in Bux 2011)	lumik Disene (Inc	
Tube No.	Top or Frant	l'intimi or Real	Top m Librar	Buffun ni Asai	] 	Top or Ison	listfom ar Kerr	Top or Front	or Rear
					Economics:				
		1			1	3,50	3.70	3.57 01	3.51
				-	۴	1 01. 1.01 4.03 <i>(H</i>	4,08 07 4,11 0,1	196 .02 8,07 98	1.95 In.
					; n	1.14 EIS	4.1605	runi   ba   	4 00 1 .6 4 07   6
		i	1		149	198 10	8.01 .05 6.04 .54	1,911   fra 3,51   60	187 W
					kedian.	1			
_					1	# 46 DT	100 - 101 - 94, + 64 +	4 / / 102 3 / / 103	ंब (m) । 00 बंबर । 10
					tt.	3.17	3.76   1.88   144	1,59 112 1	3 301 0
	1				† P	1,93 ₁ 05	4 (IO (H) 3 IO (D)	17703	$-\frac{3.713}{3.76} - \frac{11.0}{0.00}$
					42	3.87 H1	3,96 ,05	7 6.1   192   7 6.1   17 1	149 H.

NOTES:
Assisting selection incide diameters and change as on the type distincted and any important report, for any as field work short at cost important title figures refer to current measured could incide and change

1911:----

الشكل رقم (١٩٢) يمثل سمك الاتابيد المناجيد المنظرة عن طريق القياس بواسطة الاشعة السراية الوعن طريق الجهزة الذبذبات عرق الصواتية ،

Hair Laliperings
Section NOS
Sheet No.

Thickness Measurements
(Inches)
Top or Front Middle Bottom or Rear Tube No. Pront Middle Of Rear

Tube No. Top or Front Middle Of Rear Tube No. Top or Pront Middle Of Rear

The No. Top or Pront Middle Of Rear Tube No. Top or Pront Middle Of Rear

شـــ تل رهــم ١١٢

معرفة الاماكن المهمة في الذـــرن وعـــن

الشكل رقم (١٩٣) نجد من مدا الله ١٠٠٠ معلومات عن جميع الانابيب التي استهلنت رسم محدن الاببوب الواجب اختياره . تبديلها في الفحص الجاري والني عن طريقها يمكن

#### TUBE RESERVE SE RECORD

#### Complet

I13 441	-	-						Inda մայնա	nt Proving No		
Batters								J. F. a. s.			
		Turke i	iemna cit							4 - 11 - 4	Lala
			Upperd Uganje .ggl ja.de	I fi	Брие (18) Роз Т _{рест}	190 1 1	gaunten Outet Dest	Laurer	Inte		11 1 1
Tirbs 19frs	1Nave Installaria	Staternal	Hermoter The her t	ो सम्बद्धाः इत्युक्तसम्	at partitions	Logical Logic	किल्पाल भारतिस	Particial	alf Samanal	Marino	
Lemmonger											
1.6	11 1 111	1	1.1 For 3.5	F "-14	1.15	1.49	1.94	4.4	4.15.13		5 4
71	1 1 (1)	1	15 (6.73)	1.9	1 ->	3 1/11	1.14	‡ (	4, [1, 13]	:	1 1 4
Pertical Some	i pa										
#	1-11-30F	1	4 1 10 3 3	1.781	1.37	3.65	3.136	A	9.79.11		1 / 545 0.5
1[	1 41-30	.*	1.5 % 1.5	2.70	F-25	102	1.63	11	ar 200 3 F	2	1.536(3.5)

Group fullest today headings: Preheater, toda Walk, Vertical, Reng. Leonoroules, etc.
Report to be blied our and cool or as monthly open to as pretodo to prefer and test open collection on the set.
I hippering reported as "levido Dornette in the "today of the other in the "today of the set of a relative of a relative today. All hibes resonated in any process of the other bases and the set of the set of a relative of the set o

#### Kind of Year

1. Platti carbon	" periorit altaniar, 4 5 periorit	14
2. A to separation of broose	emili f algenration	B
<ol> <li>Epitropiit planetat 163 percent.</li> </ol>	Let I per and Jerman	1
A trial. At least one	1 - 10 i I	
I for premitted		
stick of demand		

Mathed her disposition. He life a Dienes.

14. Then we filled in the restal
2.4. Then we filled it man person efficients only 1
2.4. Then we filled it man person efficients only 1
2.4.2 For 18.5 days together that the temperature against a gain.

We find for Populary applied to  $L^{\infty}$ 

Sended denoting the kind of start telligent by the "long car he for the ris

Martinal for Personal Takes with Take that Theorems 5 mills denoting the kind at short followed by 'T' " such so (T. 21) and



Lacron Monte in L. Spot take B. Mong Clabe for plat take L. Make of in operation for Physicals

والشكل رقم (١٩٤) يمثل جدول للمعلومسات ألتي تخص مناطق التوريع Rolling end في الانابيب .

#### THELD WORK AND RECORD SHEET TriboRolling Data

100

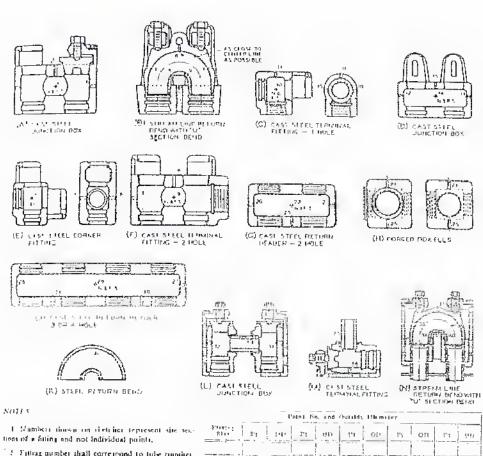
Type of Battery (Sanople)

Steet

Date

1				(Lec	per)	nt	2 and or Bottom Dimensions (Inches)					OM	
				Tube End					1	Too End		1	
		Inside Diameter		Dan	nide meler	Engr	Incide Consules 34 Boll			Intida Dispetor		Description	
Tube No.	Meterial	el Tube Hole	Outrain Descriptor	ln ños	Parame	Kintured .		of Tube ) for	Canada Discorter	in Box	In Presser	Asquired.	Acor:
ide Hell		r	•										
	1 1	4.54	4,30	3.50	1.30	1 170	3,49	4.53				1.25	1.40
10	, ,	4.38	4.51	3.51	1,50	3.74	- 3.74 - F	4.17	4.30	3.31 3.50	3.51	3.49	3.47
19	7.	4.56	1,18	3.52	3.52	3.76	3.77	4.35	4,44	3,48		3.71	
76	4-U	4,53	4.30	3.34	3.49	3.33	3,36	433	4.50	-3.15 3.35	3.49	3.56	3,72
					_				4.50	3.77	3.30	330	200
i cheater :													
2.	1-0	4,34	4.50	3.34	3.49	3.35	3.36	437	4.50	3.33	1.50	3.35	3.54
<b>X</b>	3-0	4 11	4 /1	3.33	3.46	3.56	3.56	4.36	4.49	3.34	3.48	3.60	3.61
9	1.ft	4.56	1 50	3.37	3.10	3.36	3.37	4.55	431	3.13	3.51	3.53	3.56
10 i	1 1	4.33	4 46	3.36	1.10	3.62	3.60	4.51	4,49	3.35	3.50	3.37	3.57
	1-1	3.34	1.50	2.10	8.5	2.88	2.89	3.53	3.49	2.69	2 \$4	2.89	2.90
#7 ##	1-0	3.33	7.48	2.36	6.7	2 TR	7.79	3.36	3.30	2.54	2.64	2,76	2,77
na ug	2-2	1.56	2.21	; Po	7.73	8.8.3	2.89	3.34	3.50	2.70	2.79	2,84	2.59
-41	47)	1.74	3.10	7.70	2.84	2.85	2,87	3.54	3.31	2.71	2.40	7.88	2.47
								!	1				
								_ :			i	i	
									*				
								-	4				
									:				
									!-				
						-			-				
								-	_	-			
											·		
									~				

### والشكل رقم (١٩٥) يمثل جدول للمعاومات والقياسات التي تخص المجمعات والمنحنيات .



- tions of a filling and not individual points.
- I Fitting number thail correspond to tube formier,
- I Symboli to denote filting material that be the tame as those used for tubes.
- 4. The average pitual outside diameter at various sections of all tites and types of fittings on heater shall be reported in table provided on the right.

	Palat No. and Outside Physicar												
Blue	11:	100	I't	700	19	-010	311	OTI	۲٦	lin.			
		. — .											
										·			
		· -				I			200	[			
1						<u>' '</u>							

-Inspertion and Haplacement Record of Heater Fittings.

(190) - Line

من الأششل أن يرفق مع هذا التنوير تقرير أخر النتي تخدس المجمعات والمنحنيات وتسددل يشير الى النقاط المهمة في المغرن كَنَل وتدرج فيله الارشادات والتوصيات اللازم اتخاذها للفحدر الثانيي ٠

والشكل رقم (١٩٦) يمثل جدولا للتياسات على المناطق المهمة الواجب فحصها بدقة -التقرير النهائي

#### INSPECTION AND REPLACEMENT RECORD OF HEATER FITTINGS

Record of Beater Pittings-Thickness and Replacement

Location

(Sample Field Work Sheet) PhomBettery Luding No. 200 Material Bate | Annular | Rate Prairie 1.15 in P 1.16 .07 .02 it.80 H.75 (10) 1.02 ( .05 1.03 0.77 103 1.02 He-P 0.7626-1. 0.98 0.46 11/95 0.74 ,n∢ .01 | .02 | .02 | .03 | .01 1.00 0.65 ,04 ,03 0.62113 319 0,00 0.9H 10.8%11.60 dal i dal 0.91 1987 0.42 354. 0.50 11.841 11.7.5 0.93 0.71 0.55 42-L 581. 0.90 0.820.80 0.21

Atable figures refer to previous measured inside diameter and change, in inches, Italic figures relet to current measured inside diameter and change, in inches

(197) a julia

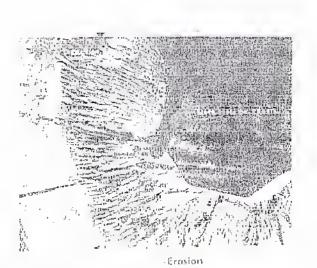
#### خامسا :__ فخمس الانابيب اعداد المهندس / على احمد مصطفى حماد

تصنع الانابيب من معادن حديدية أو عسمير حديدية او من سبائك بطريقة اللحام او السسحب أو الصب ، والانابيب الحديدية أو السبائكية تصنع حسب مقاسات قياسية ولحد ١٢ برد.ة اما سامك الجدار فمتعدد القياسات لكل قطر وهسب جدارل قياسية ايضا ، وفي جميع الانظمة يبقى القطـــر الخارجي للانبوب نابت بغض الدظر عدن سسمك الجدار وجميع الانابيب ولحد قطر ١٢ ــ يقصد بمقاس الانبسوب القطر الاسسمى الداخلس nominal inside diameter الما الأنابيب ذات قطر ١٤ او اكبر فان متاس الانبرب يعنسي القطــــر في مصاغي النفط فانه يستعمل فقط الانابيب نحبسر

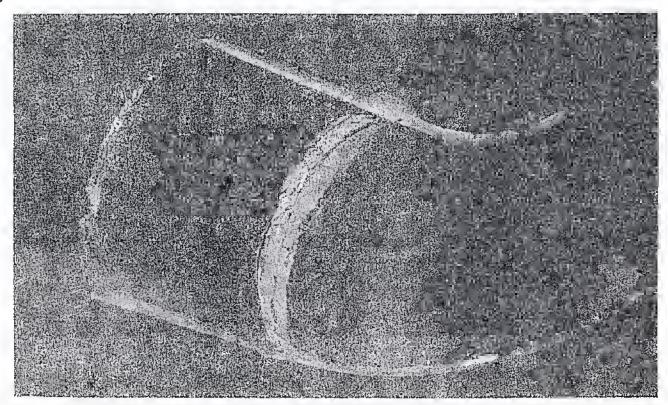
## اللحومة والمسنعة بالسميهSeamless drawn pipe أسباب الاندشار Causes of deterioration

نتمامل الانابيب في مصافي النفط مع الزيي النخام ومنتوجات التصفية المتعددة من سيوائب رابخرة وغازات منها الحامضية ومنها القاعديــة. وتقعلمل مع عواد كيمياويةمتعندة وبخار ماء ذو خدايط عالمي او وأطيء ومياه خام او مالحة وكذلك الانواع المختلفة من المواد الساعدة

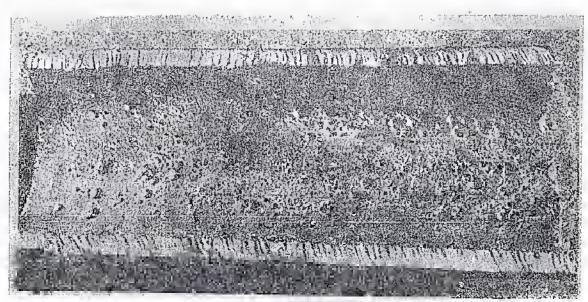
والفازات الخاملة والهيدروجين والكلور واول اوكسد الكربون والامونيا ، وكثير من هذه المواد تيسبب التآكل أو التعرية بدرجات مختلفة ، ومن ناحالة اخرى فان الاناميب الكسونة متعرض للتآكل المبون والانابيب المدمونة في باص الارض تتعرض للمآمل الخارجي الفعلى • ونظرا للظروف النشخيلية الصعبة الارضي والاسكال التالية توضع أنواع من الناظل والتربة في الإناسي و



11Y ...... E.

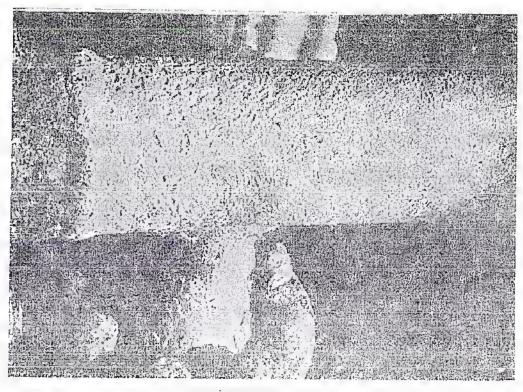


-Corresion of Piping Weld.



Internal Corrosion of Piping

نستال رتسم (۱۹۹)



-Severe Atmospheric Corrasion of Paping,

#### معتدلات الدحدي

#### Frequency of Inspection

دسمه معدلات القدمي للاتابيب على عليلي: -١ ـ درجة التلكل أو التعرية التي نسربها المسادء وظروف التشخيل والجو ٠

عابلية المادة الانفجار أو أنفرام النار عنسد
 حدوث أنهيار أو نفسوح

٣ ــ أهمية الانابيب بالنسبة لعمليات التتسسعيل
 الاخرى أو الخطورة على المدات والانسخاد
 في حالة النضوح أو الانهيار

اع معدل صلاحية الانبوب والفترة اللازمة لاعادة التنظيف

#### شکل رقم (۲۰۰)

- ه _ عابلية الانبوب لفحمه اثناء التشغيل بدلا هن الانتظار لحين الترمات .
  - ٧ ــ متطلبات برمجة التشغيل ٠

ويجب أن لايغيب عن الذعن منظومات الاناريب في الرحدات الجديدة يجبب أن تفحصس في أوعات متتاربة التي حين الوصول التي الخبرة الكافيه لمعرفة معدلات الاندثار في كل جزء من أجزاء المنظومة وفي غدوء ذلك يمكن تحديد معدلات الفحص المناسبة .

القمص اثناء الاشتغال

يفضل في كثير من المألات أن يتم فحص الأطبب

اثناء الاستغال حيث يخفف ذلك كذيرا من حجه العمل اثناء توقف المعدات ، وفي الامكان ملاحظة مناطق النفسوح أو هبوط الاساسات أو أذكسها الموامل وبراغي الرباط أو جود أهتزازات عالية في الانابيب ، وكذلك يمكن فحص الانابيب من جها التاكل الخارجي أو حالة العازل الخارجي ، يمكسن أجراء الفحص الشعاعي أثناء الاشتغال لغرفسس قياس السمك أو معرفة مقدار الرواسب ، أيضه قياس السمك بواسطة الذبذبات فهوق المسوقية ويجب تسجيل هذه القراءات وملاحظة المناطق التي تقترب من السمك التقاعدي ،

#### أحتياطات الامسان

يجب أخذ احتياطات الامان عند ثقب الانبرب أو طرقة فيجب عزل الانبوب وتفريغه من الفلسانات القابلة للاشتعال أو الانفجار والغازات السامة أو الخانقة ، كما يجب تهيئة العمل للفحس مثل نمب السقالات وقتح العازل أو حفر الارض للانابيب المعمنة وتحضير معدات الفحص •

قياس السمك بالاجهزة فوق الصوتية والاجهزة الاشساعية

تستعمل أجهزة قياس السمك بالموجات فـــوق الصونية والاجهزة الاشعاعية من تبل اشخاطـــو مدربين تدريب جيد على أستعمالها ، وهناك حدود لاستعمالات مثل هذه الاجهزة ــ فبلورة الكوارتز في الاجهزة العاملة بالموجات ذوق الصوتية تتلف في درجات الحرارة العالية والتي تزيد عن ٣٠٠ الــى

معدف ويعتمد ذلك على الفترة التي تبقى فيها البلورة ملاصقة للسطح الساخن ومع ذلك فتوجد بعض الانواع من الباحث المبرد بالماء والذي يستطيع الحال حتى درجة معماك . أن الاجهزة لهسوق السمك وية والاشعاءية تعطي عادة القيمة المتوسطة للسمك فأذا خان هناك تنقر في منطقة انقياسس لايمكن أكتشافه بسهولة وكما أن الرواسب الداخلية والقشور قد تعطى قراءات خاطئة وكذلك أيضا النتيجة وجود تنقر خارجي أو قشور تعطى نفس النتيجة والاجهزة الشعاءية لاتستطيع قياس سمك أكشر مسن المراسع مسلم أله أنسج مسسن المنتاجة والتشرير المستطيع المستطيع المستوالية المستطيع المستطيع المستوالية المستطيع المستطيع المستوالية المستطيع المستوالية المستطيع المستوالية المستوالية المستوالية الشعاءية المستطيع المستوالية المس

الفدمس المارقسي

يدانعمل الفحص المطرقي لفحص الانابيب نمساعد للفحوصات الاخري ولاكتشافة المناطبة المعيية وغير المتوقعة مثل المنحنيات ولايجب استعمال هذا الفحص مطلقا مع أنابيب الحديب العبادات العبادات العبادات العاملة في مناولة المواد القاعدية أو المواد الخادشة وتخذلك الانابيب المحنوعة من السبائك خشسية التسبب في عمل شقوق جهدية ومن ناحية أخسرى يجب أن لايكون الطرق قاسي بالدرجة التي يتلف الانابيب السليمة بها الانابيب السليمة بها الهناديب السيمية الهناديب السليمة بها الهناديب السليمة الهناديب الهناديب السليمة الهناديب السليمة الهناديب السليمة الهناديب السليمة السليمة الهناديب السليم

#### الفدومسات الاخسرى

قد يستدعى العمل استممال الفحص المغناطيسي أو الفحص بالسوائل النافذة للاكتشاف الشقوق — (يراجع الفحل الثاني) — أو قد يستدعي العمال حساب السمك التقاعدي للإنبوب •

سادسك

### طربقة فحصصامات الأمان أعداد الهندس ـ بدري مالح جاسم أنواع صمامات الامان

تستحل سمامات الامان في المصافي لمنم أزدياد المسغط عن الحدرد المسموح بها في أوعية وانابيب الوحدات التشغيلية حماية نها والمشغلين ، تقسم هذه الصمامات الى خمسة أنواع رئبسية _

Spring loaded النوابضر المات ذات النوابضر weight loaded الأوزان الافزان الافزان weight loaded

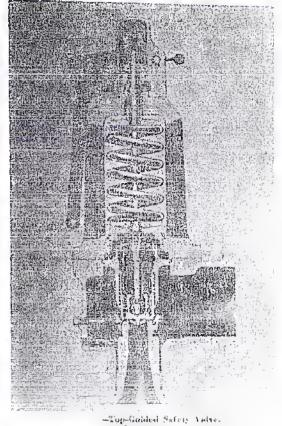
س أن يرسو أنه فالله المساورا Pessure loaded

الصعامات ذات الصعام الابندائي pilot operated

o _ اقراص الأنفجار - Rupture Diats جويح الاجوزة اعلاه تعميل ذابيا بصب عط 1 - ---

Safety Valves as Land chias _ 1 أأو صدف

تفتح صمامات السازمة ذاتيا من جراء مسسفط ستاتيكي عليها وتتميز بفلح كلي مع دارب عالسي pop' تحتوى على نولبنى مغطاة او مفتوحةً وتكون مجهزه بذراع بواسطته تفتح يسسدويا م الشكل رقسم (٢٠١) يرضح أحد صواوات الأوان المعتبري على نوزل سا



تعارضي والاست

بعتبر ضغط الفتح هو الضغط الذي ينتح نيسه الصمام كليا -

#### Historia 17

تستعمل على المراجل البخارية وأنابيب الهسواء و المخصار •

#### حدود الاستعمال

يجب أن لايستعمل دءهام السلامة للحسالات التالية _

۱ ــ حماية الاجيزة التي تحتوي على مواد ماكله corrosive

٢ ــ عندما يكون أنبوب الخروج من الصمام مربوطا
 على منظومة غيها خلخط •

٣ _ أذا وجب أن يكون التنفيس في منطقة بعيدة

عماية الاجهزة المحترية على سوائل.

ه _ لاغراض تنظيم النسخط

#### ب ـ صمامات خفض الضيغط Relief Valves

وهذه تحتوي على نوابض وتفتح ذاتيا بضغط ستاتيكي بمقدار زيادة الضغط ندوق النسسغط المسموح به • أي أنه هذه الصمامات لاتنتح كليا مرة واحدة • يعتبر ضغط الفتح هو الضغط الدذي يبدأ الصمام فيه بالفتح • من المفضل فحص هذه الصمامات بالهدواء •

#### الاستعمال

تستعمل صمامات حفض الضغط بصورة رئيسية لحماية الاجهزة الحاوية على سوائل .

#### حسدود الاسستعمال

لاتستعمل هذه الصمامات في الحالات التالية: _ الحماية الاجهزة الحاوية على هواء ، بخار الماء ، الغازات أو الابخرة •

عنفير • Back pressur منفير • حيا أذا كان الضغط المماكس

٣ _ الاغراض تتظليم النسلغط

#### ج ــ صمامات السلامة وخفض الضفط Safety relief Valves الوصـــف

هذه الدعمامات ذاتية الفتح ذات نوابض تفتح بضعط ستاتيكي و تتميز بفتح سريع مع حوت pop وتستعمل كصمامات لخفض الضغط وكصمامات أمان حسب الاستعمال و

يوجد نوعان رئيسيان الاعتيادية والمتوازئة .

#### الاستنعمال

تستعمل في الدالات التالية: ــ

١ في الاستعمال الاعتيادي للمصافي لحمايسة الاجهزة الحاوية على الغازات والابخرة وبخار الماء والهواء والسوائل

corrosive ___ Klale | T

٣ _ عندما يكون موقع التنفيس بعيدا عن موقـع الحـــمام ه

#### حدود الاستعمال

لانستعمل هذه الصمامات على المراجل البخارية ولا لاغراض تنظيم الضغط

تستعمل صمامات السلامة وحفض الفسيغط المتوازنة أذا كان الضغط المعاكس متغير أما النوع الاعتيادي فيستعمل أذا كان الضغط المعاكس ثابت

د ــ ممامات السلامة وحفض الضغط ذات الصمام الابتدائي الومسف

تتكون هذه الصمامات من جزئين رئيسيين ، وعدد السيطرة أو الصمام الابتدائي والصمام الرئيسي • يكون الصمام الابتدائي ذو نابض ويجهز كل أو قسم من الضغط اللازم لفتح الصمام الرئيسي •

#### الاسستعمال

تستعمل هذه الصمامات عندما تكون كميسسة التنفيس عالية والفرق بين الضغط التشغياي وضغط الفتح ضئيل -

### حصدود الاستعمال

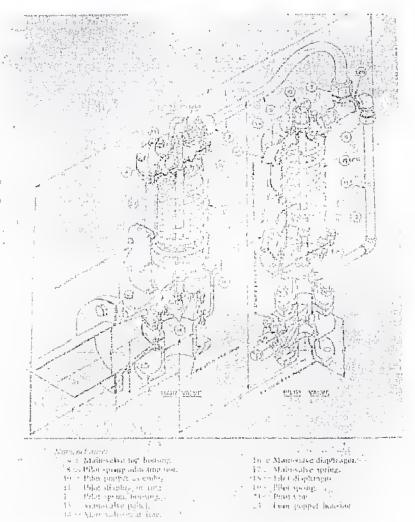
لاتستعمل هذه الصمامات في الحالات التالية: ــ

١ _ الاجهزة التشغيلية للمحافي

٢ _ في حالة وجود ضغط معاكس

٣ _ الاجهزة الحاوية على سوائل

ع ــ أذا كأنت درجة الدرارة أعلى مما يتدملــه الداجز المــرن Flexible diaphragm الناكل رقم (٢٠٠٦) يوضح أحد هــده الصمامات



. Palasational out of dicket Volum

نحل رقم ٢٠٠٠-

#### ه ـ فتحات التنفيس ذات الضفط والفراغ Pressure and Vacuum Vents

هذه الفتحات تستعمل على الخزانات النفطيسة رنفتح أما بضغط موجب داخل الخزان لغرضس اخراج الغازات أو بضغط سالب حيث تسمح بدخول الهواء لتعادل الضغط ولمنع تحطم الخزان و يساط على هذه الفتحات أوزان باتجاه الضغط الموجسب والسالم وتكون هذه الاوزان معبره بحيث تفتصح فتحات التنفيس لضغوط قليلة جدا و من الممكن وضع مانعة لهب بين هذه الفتحات والخزان لمنسع

تسرب النار الى داخل الخزان .

## و سائقراص الانفجار Rupture Dises

وهي عبارة عن أقراد المعدنية رقيقة محصور تبين فلنجات مصممة لكي تتشقق ذاتيا تحت ضغط معين وذلك لحماية الاجهزة من الضغط الزائد • تحسنم أحيانا مع رباطات تمنع تشققها أذا حصل فسغط فراغي • الشكل رقم (٢٠٣) يوضح أحد هسده الاقراص •



شـــکل رقـم ۲۰۲

#### الاسيستعمال

تستعمل هذه الاقراص أحيانا في الحالات النالية: ١ _ تحت صمام الامان لمنع أتصال المادة المانظية بالمسمام وأتلافه

٢ ــ أذا لايؤثر أنفجار القرص على سير التشعيل -

#### خسدود الاستعمال

١ _ يجب أن يعادل الضغط التشغيلي (٦٦) بالمائة من ضغط أنفجار القرص أو أقل ٠

٢ ــ قد يفشل القرمس بعد فترة معينـــــة نتجة ظاهرة الزحف Crorp وهذه الفارة تعتمد على درجة الحرارة والضغط •

٣ ــ لأن القرص لايفلق بعد غنده ، لذاك يجبءزل -المنظومة التشغياية عند أستبداله .

أسباب عدم أشتفال صمامات الامكان إصورة صحيحة •

#### 1-11-17

معلم أنواح التاتل سمرض لها الأجيزة الناطيه والخري مسببا نلف الناعدة -يسبب التاكل تنقر في الدهام أو كسر أحد أجزاءه أو تلف في سبيكة الصمام أو النابض •

> يتقل تنهية التاكل باستعمال النوع المناسب مسن الصمام والسبيكة المناسبة مع ضغط جيد عنسد الصيانة السنوية وبحيث لاينضح الصمام عنسد العمل •

في بعض الاحيان تطلى الاجزاء الداخلية للمسام بطالاء مضاد للتاكيل ٠

#### ٢ ــ تلف سطح القاعدة

يجب أن يصان سطح القاعدة صيانة متكاملـــة بحيث نحصل على تماس معدني متماسك وأن حدوث أي غسراغ في التماسك مهما كان صفيرا يؤثر على عمل الصمام كسكل •

أدناه بعض الحالات التي تسبب تلف في فاعدة الحسمام ـــ

_ التاكــل

ــ التطم الغربية التي تنحشر بين الســـطحين المتماسين الناتجة من الاوساخ ، نواتج التاكسل وغيرها وتحصل هذه الحالة اما عند التشغيل أو عند المسيانة ،

_ عندما يكون الانبوب المهذي للمسمام طويلا جدا ، هذه الحالة تسبب ذبذبة في القاعدة وارتخائها ونضوح الصمام • يعود السبب الى حصول تظفل ني الضغط بحيث يفتح الحمام ويغلق بين آونسة

_ المناولة الخشنة كرمي الصمام من مرتف__م أو تفديشنه •

- عدم شد أجزاء الصمام بصورة صحيحة أو عدم وجود دعائم كالنية.

بحيث يسلط جهد على الانابيب ونتحرك أثنياء التـــــفيل ٠

#### ٣ _ انكسار النوأبضس

ينكسر النابض في معظم الحالات نتيجة التاكل • 

النابض _

- انتاكل العام الذي يقلل من قطر النابض بحيث لايتحمل القوة المسلطة عليه • أو حصول تنقر في ممنح الصمام التي تعتبر نقاط ضعف فيه ٠

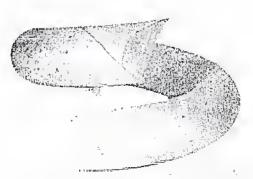
_ التاكل الجهدي الذي يكسر النابض بسرعــة حصوله ، قد يحصل التاكل الجهدي عند وجدود غاز كبريتيد الهايدروجين • الطريقة المثلي المعالجة هي أستعمال سبائك مقاومة للنوابض • والشكل رقم ٢٠٤ يبين أحد النوابض المكسورة نتيجة التاكل الجهـــدى

الضبط غير الجيد يكون عادة ناتج عن أهمال عمال الصيانة أو قلة خبرتهم في عملية الضبط ومــــن المستحسن أن تتم عملية الضبط للصمام في مكانسه على الوعاء أو الجهاز طالما كان ذلك في الامكان وباستعمال نفس المائع لحالة التشغيل الطبيعي ٠ ولكن هذه الطريقة ليست عملية في مصافي النفط ، ولذا تتم عملية الضبط في معمل الصيانة للصمامات بوجود منظومة غدص مناسبة ويستعمل الماء أو العواء أو الغازات الخاملة مثل النتروجين كوسط لعملية الفحص ، ويفضل أستعمال الهواء أو الغازات المناسبة على الماء _ ويعتمد ذلك على نوع العسمام حيث يكون الفتح الكلي pop واضح ومسموع

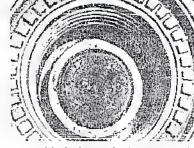
والامجال الخطأ في تعيين الضغط الصحيح للفتح او عدم مالحظة نضوح قبل الفتح ، كما قد ينتـــا الضبط غير الجيد من حراء أستعمال مقياس ضغط تالف أو غير معير كما يجب أن يختار مقياس ضغط مناسب بحيث يتع ضغط الضبط لأصمام في الثلث الوسطى وعملية الضبط لطقة أو هلقال التحكم كثيرا ما تكون سبب الضرط غير الجيد للصمام فهذه الحلقة أو الحلقات تتحكم في مقدار أنخفاض blowdown ( الفرق بين فــــغط الفتح وضغط الغلق للصمام ) أو الفرق بين ضغط · Simmer وضعط الغلق حسب النتفيس . ٤ ــ الضبيط غير الجيددImproper Setting تصميم الصمام تحت الضبط ولكون كثافة وخواص الانضعاط لمائع التشعيل مختلف عن المائع المستعمل في عملية الضبط وكذلك الحجم والتسهيلات المحدودة في معمل الصيانة مما يتعذر الضبط الجيد ، لــــذا يجب أن تتم عملية الضبط للحلقات للحصول على الفتح الكلي ثم يعاد الضبط على جهاز التشعيل نفسه للتصول على انخفاض الضغط المناسب في ضوء تعليمات الصانع مما يتيح خوامس أداء جيدة عند تشغيل المسمام •

#### ه _ الانسداد والالتصاق

أثناء الذدمة في المسافي فان أجزاء المسمام وايضا الانابيب المتصلة به معرضة أحيانا للانسداد من جراء الترسبات منل الفحم والمواد المتصلبة كما ف الاشكال التالية: ـ

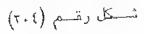


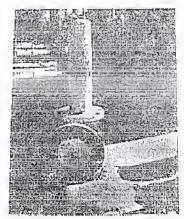
Spring Laibure Residring from Stress Corrosions



* Inlet Novile Pinggrid with Coke and Latels of

شکل رقم ۱۰۰۰-





"-durier of Valey Plaggest with Deposite Icom

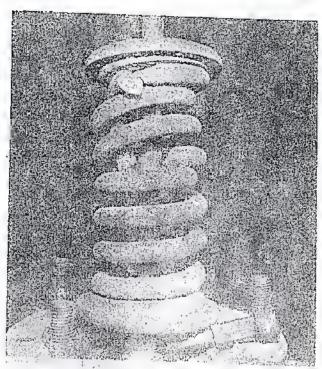


No big Press of Value Coulcil with Iron Saltole

شکل رقم ۲۰۷۰

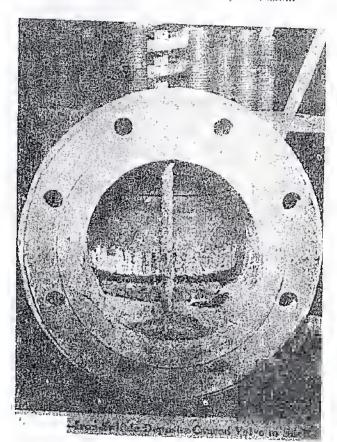
شكل رقم ٢٠٦٠

نسکل رقم (۲۰۸)



Spring Failure Caused by Corrosion.

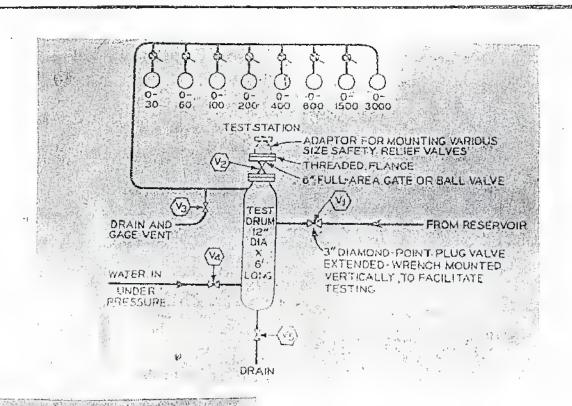
شکل رقم (۲۰۹)



المائم المستخدم في عملية الفحص أقرب ما يك لخصائص مائع التشغيل وكذلك يمكن أستخدامة النيتروجين بكفاءة أعلى للفحص خاصة بالنس للصمامات ذات الضغوط العالية ومن المفروض تكرن عملية الفحص دقيقة لقياسمدى الكفاءة ، مع الاسف فان عملية الفحص في معمل الصيان لاتوفر ظروف متماثلة مع ظروف التشغيل ، غالد أو الغاز المستعمل في معمل الصيانة يكون مد وغير عملي لقياس قدره الصمام أو أنخفاض الذ ومم ذلك غان الفحص في معمل الصيانة يعطي. جيدة عن ضغط الفتح للصمام وكذلك معدل النضر ومعظم معاهل الصيانة تستعمل الهواء في فحد الصمام لكونه وسط دائم الومرة وامين ، والهـ مائع منضغط ويسبب رد فعل أثناء تخفيض ضـ الصمام مع فتح كلي لفترة قصيرة، وعليه فأنه ة. الشبه إطروف التشعيل للصمامات التي تعمل ه عمجال الغازات النفطية وعادة يستحمل الهسس لفدس مسامات السائمة وصعامات خفض الذ وسمامات السلامة وخفض الضبط نضبط ض المنتح وقياس النضوح وعادة تكون منظومة ف النضوح للصمام مرتبطة بنوع التصميم ولكن العموم يكون المطلوب غلق فتحه التصريف وو غشاء ( مثل ورقة مبللة ) وملاحظة الانتفاخ لم معدل النضوح وأذا أريد قياس معدل النضب فتحسب كمية الهـــوا، المتــمرب فــى الدقية شحت وعاء مملوء بالماء كما في الشكل رقم (٢١٣ السابقة من عمل الصمام ، فأن كان الصمام يعمل في منطقة متآكلة تكون فترة أعادته الى الصيانــــة والضبط أقل من نفس نوع الصمام والذي يعمل في منطقة نظيفة وغير متآكلة والصمامات ذات النوابض والتي تعمل في أماكن بها ذبذبات الية واحمال متغيرة يجب أن تفحص بعد فترات أشتغال أقل من التسي لاتعمل في مثل هذه الظروف ، وأن تسجيل كامل لفترات أثاتغال الصمام ونتائج فحصه قد يفياد في تقليص أو زيادة فترات الفحدل للحصول علمي كغاءة واقتصاد تشغيلي عالى وسلامة الاجهزة وفي بداية اثنتغال الوحدات الجديدة وخاصة في المناطق المؤاكلة غيغضل همدن صمامات الامان في أقسرب وقعت عطي للوةوف السي حالمة المسمام وتحديد الفترات الناسبة للفحص الدوري وغد تنبيد أرشادات المنتج للدعمام الجهات المستعملة لمله خاصة أذا كان السمام ذو خواص وتدميم منفرد وفي كثير من الاهيان يكون تحديد فترأت الفحمس المسلمات غاذج التوادي المحلية وعايه إجراء عوازنة فترات توقف الاجبزة وصيانة وفحص الحسمامات مع هذه المواعيد حتى لاينشأ أضطراب في تشسطيل الوحدات زيادة عن غترات التوقف المتنق عليها -

#### ٦ ـ مُحص الصمامات في معمل الصيانة

بعد فك الصمامات من الوحدات تؤخذ الى معمل صيانة مجهز الاختبار وضبط ضغط الفتح وانخفاض الضغط وكذلك نضوح الصمام ، ويمكن فحصسس الصمامات بواسطة الهواء أو الماء ويراعى أن يكون



### شدكل رقسم (۲۱۳)

أما أستعمال الفحص بالماء فيستعمل لكونسه رخيص وامين وقد يماثل ظروف التشغيل ولكنه عادة محدود الاستعمال فقط لفحص ضغط الفتح لكون كمية الماء المتصرفة من الصمام تكون قليلة لغاية ومن الصعب ملاحظة ضغط الغلق أما فحدس النضوح فيتم بالهواء كما صبق شرحه ، والشكل التالي رقم (٢١٣) يوضح منظومة لفذد محمامات الامان في معمل الصيائة ،

OUTLIT TUBE

AND SUDANI

AND SUBANI

OUTLIES TUBE

AND SUBANI

OUTLIES TO SUB

شــكل رقـم ٢١٢

### ١٠ ــ فحص صمامات خفض الضغط في معمل المـــيانة

عند ازالة حمام من هذا النوع من الوحدات يجب فحصه أولا بالعين المجردة وتسجيل الملاحظات الاتياة :--

- ٢ حالة الفانجات من حيث الحفر والخنسونة
   واسطح الانطباق وغير ذلك -
- حالة النابض من حيث التآكل او الشـــقوق
   ومدى غاعليته عند خلعط ودرجـــة حرارة
   التشــليل ٠
- س _ حالة المنفاخ beliow في مثل هذا النوع من الصمامات .
- ٤ ــ وضع براغي التثبيت والفتحات في العطاء •
- ه _ حالة الاسطح الخارجية لبيان حالة الجــو
   المحيط (مؤاكل او غـير ذلك) والتلـف
   المكانيكي *
- ١ حالية نورات الدهول والعروج مين عيث الرواسب والمواد الغربية والتلظ .
  - ٧ _ سمك الجدران لجسم الصمام ٠
- ٨ اجزاء الصمام ومواده لمراجستها مع كارت
   الصمام الرئيسي او المعلق على الصمام •

١١ ـ فحص الصمام حال جلبه من الوحدات يجب فحص العمام حال جلبه من وحدات التعليل لقياس ضغط الفتح فاذا كان ضغط النتح

الكلي نفس ضغط الضبط فيعني ذلك سلامة الصمام من الناحية التشغيلية ولاداعي لاعادة فحصه الما أذا كانضغط الفتح الكليأعلى منضغط الضبط نيعاد الفحص مرة نانية فاذا فتح الصمام بنفس فتلح الضبط دل ذلك على وجود مواد او اجزاء ملتحتة. اما اذا كان الفتح اعلى من ضغط الضبط في كلا الفحصين فقد يعني ذلك تغير الضبط اثناء الاشتغال من قبل عمال الوحدات اما اذا كان الفتح الكلي ضميف او اقل من ضغط الفتح فقد يعني ذلك مبوط مروناة النابض ، وجميان هذه المللومات مروناة واعادة ضبط الصمام وتغيير مايازم من اجزاء وعيانة واعادة ضبط الصمام وتغيير مايازم من اجزاء وعيانة واعادة ضبط الصمام وتغيير مايازم من اجزاء وعيانة واعادة ضبط الصمام وتغيير مايازم من اجزاء واعدة

وبعد اجراء هذا الفحص يكون الصمام مؤهل المنتح وانفحص والصيانة التفصيلية من قبسل المختصين في معمل الصيانة واذا كان الصمام يعمل في ود طنفطى خطر فيجب تنظينه اولا بالمسواد المناسبة حشيه اشتمال المواد النفطية من جسراء شرارة ناتجة من عملية الفتح وهناك شسركات متخصصة في مواد انتظيف يمكن استشارتها في مثل هذ والحالات ايضا فان عملية الفتح يجب ان تتم حسب تعليمات الصانع وارشادات كتالوجسات الصيانة لهذه الصمامات. وبعد عملية تفكيك الاجزاء يلاحظ كل جزء على هدة وفصمه من حيث التآكل او انبري خاصة المجاري والاقراص والدشوات وغير ناصة المجاري والاقراص والدشوات وغير ناصة المجاري والاقراص والدشوات وغير ناصة

#### ١٢ ـ عمليات الصيانة واعادة الشد

عند تفكيك الصمامات يجب المحافظة علصي اجزاء كل صمام على حدة مع تسجيل وضع كـــله جزء عند ذلك يبدأ في تتظيف أجزاء الصمام خاصة النوزلات والنوابض والقواعد والرواسب الصعبة التنظيف يمكن معاملتها بمذيبات خاصة او تنظيفهسا بفرشة حديدية . وتعاد عملية الفحص بعد التنظيف لكل جز، على هدة من حيث التاكل أو البري. وأسطح الانطباق والقواءد تفحص من هيث الخشونة والتلك الميكانيكي حيث انها سبب النضوح ويمكن الاستعانة بالاجهزة الخاسة اقياس النعومة والتسسطح والاستقامة سواء الاجهزة الضوئية أو مدرجات القياس : كما تراجع النتراوجات بين العمود ومجراء والقرص وهامل القرمي لضمان ضبط الفتحسسة المناسبة • كما يفحص المنفاخ من جرا، النضوح او الشقوق ووالاجزاء التالفةاو المتاكلة يجب تبديلها او اعادة اصلاحها والاجزاء الصياسة مثل النابض او المنفاخ يجب تبديله عند تلفه بدون محاولــــــة اصلاحه ٠

اما اسطح القواعد او القرمن والنـــوزلات يمكن تشخيلهم على الماكينات لاعادة اد.للاحهم وفي كن الحالات رجب اتباع ارسادات الصانع لعمليات ا

الصيانة والتشغيل والصقل Lapping بعد ذلك تشد أجزاء الصمام وتتم عمليات الضبط لجميد الاجزاء الاجزاء ومراعاة الخلوصات اللازمة بدين الاجزاء حسب تعليمات الصانع ايضا غان نتظيم او خسبط مقدار أنخناض الضغط يتم في هذه المرحلة وبعد اتمام عملية الشد يضبط الصمام على ضغط الفتسح الكلي ويفحص مقدار النضوح و

#### ۱۳ ــ ارشادات للفاحص

على الفاحص اتباع الخطوات التالية عندد غحص صمامات الامان في معمل الديانة :ــ

- ١ _ يجب التأكد من رقم وضغط الحمام
- Set pressure معدل أضغط الصمام ٢ = يفددل أضغط الصمام
- ٣ ــ يجب التاكد من أن أنخفاض الضغط لايكون
   أكثر من ١٠/ من ضغط الفتح ٠
- ه ــ التاكد من عدم وجود نفوح في المـــمام بابقاء الضغط (.ه// من ضغط الفتح ) لفترة طويلة وملاحظة النضوح ·
  - ۲ ــ ارجاع غطاء الرأس ٠
- ٧ _ فحدر ضغد الفتع مرة أخرى بعد أرجاع المطاء ٠ .



# سابعا : حاريقة فحص الذرانات /

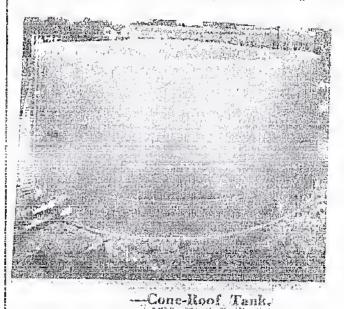
#### على أحود مصطفى همساد

تستخدم الخزانات في مسافي النفط اخزن النفط الخام - ومنتجات التصفية والغاز والمواد الكيمياوية والماء وتبنى الخزانات بتصاميم وأهجام متمددة وتصنع من معادن ومواد مختلفة حسب ظروف الاستعمال وتحديد او اختيار نوع الخزان المستعمل، يعتمد الى حد كبير على قابلية التطاير للمادة المسراد خزنها وكذلك على ضيغط المواد الخزونة ومسسوف نهتم في هذا الفحل بالخزانات ذأت الضغط الجوى او الصغط المنففض ( اقل من ١٥ رطل / برحسة مربعة ) اما الخزانات التي تعمل اكثر من ذاك غانها القرب ماتكون باوعية الضغط ويمكن مراجعتها فسي ( الباب الاول من هذا الفصل ) • ويقصد بفرانات الضغط الجري الخزانات المفترحة للجو وبكسون الداءة الداحلي الأراء وابحاء اللاقامساري أر قريب من الفاغط الجوي وغالبا مانصنع هــــده الفزانات من الحديد الكربوبي ار السبائكي او قد تصدع من معادن اذرى لاستحدامات خاصيسة ، ونتجمع الواح الخزان بواسطة اللحام او اابرشسام او البراغي ( ايضا قد تصنع الخزانات من الغرسانة او الخشب ) ومثل هذه الخزانات تتمرض التآكسل ولذا فقد تبطن بمواد مقاومة للتآكل مثل الرحساس او سبائك الحديد او الالومنيوم أو الملاط أو المديغ او الزنك او البلاستيك او الاسمنت حسب خبرة

مهندسي الفحص في موقع الخزانات وتوقعاته مهندسي الفحص في موقع التآكل ، وفي معظم التصاميم تزود الخزانات بمعدات أضافية مثل مقاييس تحديد مستوى السائل واجهزة تخفيض الضغط ما اجهزة الخلط او التدرير مالسلام والمساطب ، نوز لات الانابيب فتحات التوصيلات الارضية لتغريسي فتحات الدخول مالتوصيلات الارضية لتغريسي الكهربائية مالعازل الحراري للسطح الخارجي ،

#### خزانات المضفط الجوي

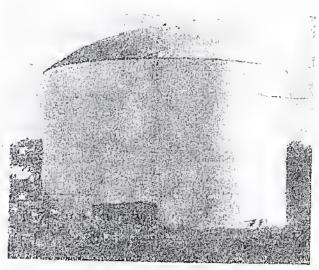
هناك انواع عديدة من خزانات النسمط الجري وابسط نصميم لها الخزان ذو السقف المخروطيي كما في الشكل (٢١٤) • ،



#### شكل رقدم ٢١٤

ومثل هذه المفزانات تبنى بسمعة تحسل ٢٥٠ قدم للقطر و٢٠ قدم للارتفاع وفي الخسسزانات ذات الاقطار الكبيرة يثبت سطح الخزان بواسمطة هيكل حديدي داخلي وقد ظهر تدسين على هسدا

النوع من الخزانات فيصنع السقف على شلك كل مظلة او قبة كما بالشكل رقم (٢١٥) •

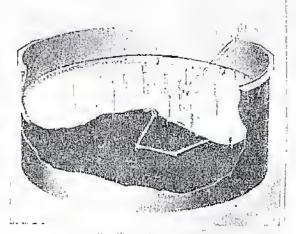


— Controlla-Roof Tank.

۲۱۰ مقدم کال مقدم

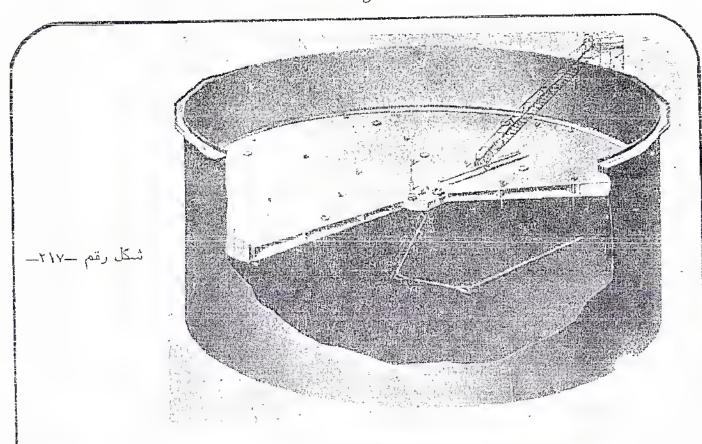
وفي الخزانات القبيية فان الواح السقف تصنع كاجزاء من سطح كروي وتتصل فيما بينها بحيث تكون محمولة ذاتيا ـ اما السقف المظلي فان الواحه تكون على شكّن شرائح كروية ذات نهايات مدارية للسطح الكروي، ومثل هذه الخزانات نادرا ماتبقى بقطر اكبر من ٢٠ قدم ١ اما الخزانات ذات السطح العائم فهي شائعة الاستعمال في خزانات الضحالج الجوي وتستعمل خاصة لتقليل الفقدان من المادة المخرونة الى الحد الادنى نتيجة عمليات اللهـي٠

والتنفيس وذاك بالغاء حيز التبخر او جعله ثابت مهما كان مستوى الغزان ، اما القاعدة وجدران الغزان فتبنى بنفس الطريقة للغزانات ذات السقف المخروطي ويضمم السقف بحيث يعوم على سطح السائل المخزون كما بالشكل رقم (٢١٦):

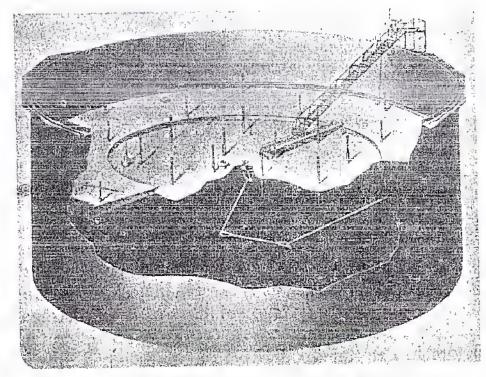


-- Pan-Type Floating-Roof Tank.

والتحسينات التي ادخلت على الخزانات ذات السقف العائم البسيط هـــي الســـقوف ذات الطوافة على هيئة حزام Annular-pontoon والسقوف ذات السطح المزدوج Double-deck كما بالاشكال التالية :ــ



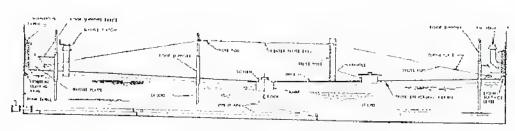
Double-Deck Floating-Roof Tank



شکل رقم ۱۸۰۰

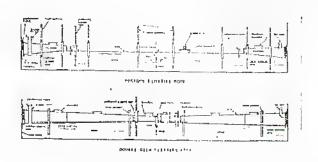
Annuar-Pontoon Floating-Roof Tank

والاشكال التالية لمقاطع الاسطح العائمــة توضح الاجزاء الرئيسية في مثل هذه التصاميم •



1 - 2 -

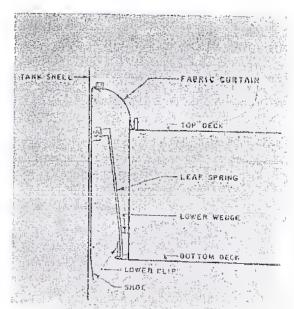
ندكل رقم ١٩٦-



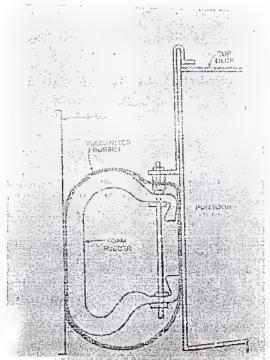
شکل رقم ۲۲۰۰ـ

والاسطح العائمة تجهر بطرق تمنع تسرب الخزان بواسطة احمال او نوابض وتتحرك مسع المادة من الجدران والسقف المتحرك ، وغالبا ماتكون السقف ومرتبطة به عن طريق غشاء مرن ، والاشكال

هذه الطرق عبارة عن الواح ضاغطة على جدران التالية تبين بعض التصاميم لمانعات التسرب :-

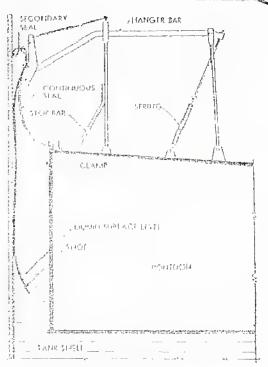


-Honting-Honf Seal Using Land Springs to Waintain the Seal,

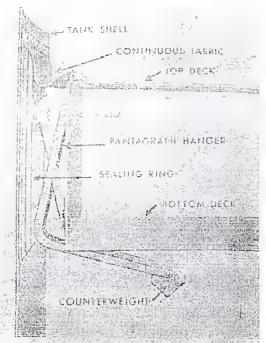


-Floating Roof Using Resilient Tule-Type

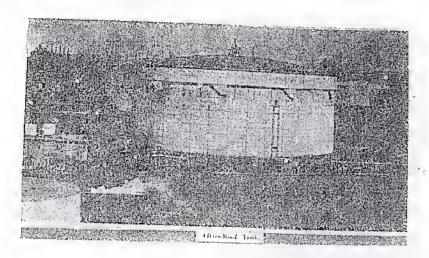
شكل رقم - ٢٢٢-



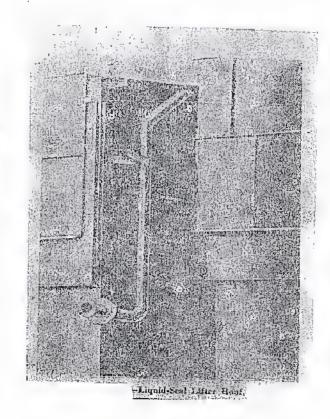
Theoling Roof Sect Using Cod Spains to Maintain single Section



-Floating-Roof Scal Using Counterweights to Main tain the Scal.



السكاء رقدم ١٢٥



شكل رقد ١٢٦٠

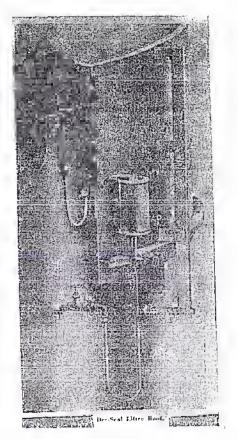
وهذاك أنواع أخرى وهي أقل شيوعا في الاستعمال كفرانات للضغط الجسوي عشيل ذات السطح الرائع كفرانات للضغط الجسوي عشيل ذات السطح الرائع Breather roof type والانهاع المختلفة الصغيرة ذات الشكل الاسطواني والشعل بقم عمر يوضح نوع السلمانيات الشكل الاسطواني والشعل بقم ممر

وفي هذا النوع يمنع الفقدان من ابخسرة السوائل بواسدلة مانمات تسرب سائلة او جافسة وهيه تكون هافة السقف التي على شكل تتبروة مغمورة في تجويف مملوء بسائل كما بالشكل رقسم (٢٢٦) .

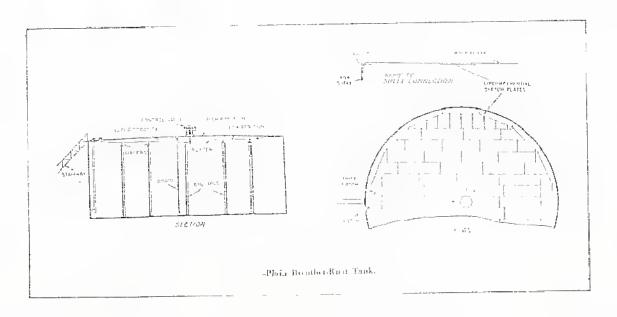
اما النوع ذو مانع التسرب الجاف فيكون على هيئة غشاء مرن يربط بين الننورة المثبتة على حافة السقف ومع حافة جدار الخزان كما بالشكل رقسم (۲۲۷) •

وفي النوعين الاخيرين فان التصميم يسمح بحرية الحركة للسقف الى اعلى واسفل في حدود معينة حسب على، وتعريع الحزان أو عندما تؤشر درجة الحرارة على كمية التبخر للمادة المخزونة والخزانات ذات السطح المتنفس تستخدم عدة طرق للسماح بتمدد غراغ التبخر بدون نقسدان التوازن للسقف أو جعله سائبا والشكل التالسي يوضح أحدد مدة الانسواع والمسمى يوضح أحدد مدة الانسواع والمسمى

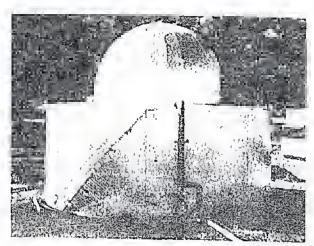
به هو أن السطح مصنوع من غشاء حديدي مرن قادر على الحركة الى اعلى والى اسفل في حدود ضيقة ،



-Ttv-, an, 552

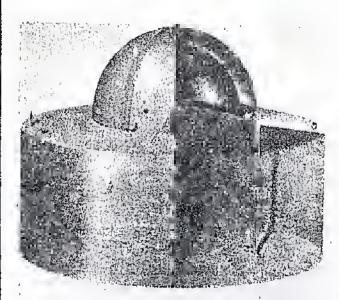


شسکل رقسم (۲۲۸)



Tank with Vapor Donne Road.

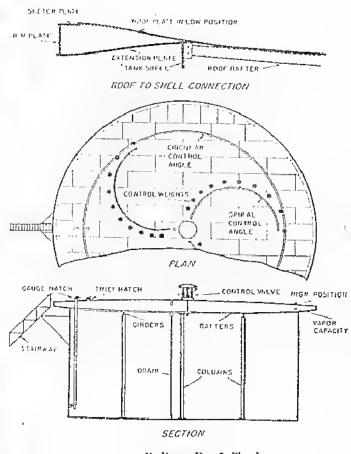
شكل رقم ٢٢٠



Cutaway View of Vapor Done Roof

شکل رقیم ۲۳۱

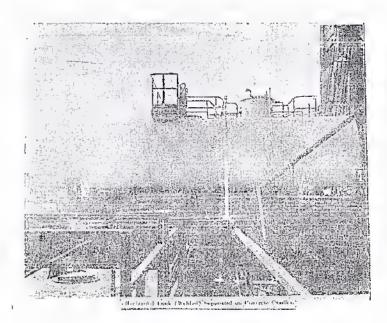
والنوع المدسن من التصميم السابق والمسمى بالسطح البالون كما بالشكل رقم (٢٢٩) له قددة أعلى من السابق في التمدد •



Balloon Roof Tank -- ۲۲۹ سام ۲۲۹

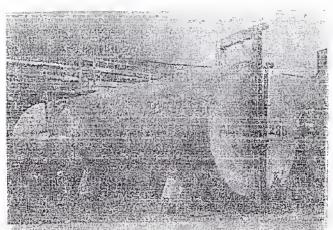
وهناك الخزانات ذات السقوف القببية كمــا في الاشكال التالية وفيها تضاف قبه ثابتة تحتـوي على غشاء مرن مثبت على حافة القبه ويســمح بالصعود والهبوط ومثل هذا التصميم يسمح بالتغيير الكبير للحجم حسب الرغبة ٠٠٠

وبالنسبة لخزن كميات قليلة من المادة تستخدم الخزانات الاسطوانية ذات رؤوس مسطحة او محدبة وتثبت في وضع رأسي او الفقي على مساند خرسانية كما بالاشكال التالية :_



سل رقم ۲۳۲

ننگل رقم ۱۳۳۳



Horizontal Tank (Rivered) Supported on Steel Gradies

#### خزانات الضغط الواطىء

تستخدم خزانات الضغط الواطئ، في خرن المواد سريعة التطاير والتي يكون ضغط البخرار والتي يكون ضغط البخرار و المقيقي لها في درجة حرارة الخزن اكثر من ورطل / بوصة مربعة وبحد أقصى ١٥ رطل / البوسة المربعة مثل الزيوت الخفيفة للنفط وبعض انواع البنزين والنفثا الخفيفة والبنتان وبعض المواد الكيمياوية المتطايرة و

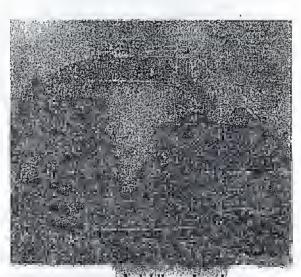
وهناك انواع متعددة لخزانات الضغط الواطئي الشهرها النصف كروية والكروية والكرويسة ذات العقدة Noded spheroidal type وجميعها

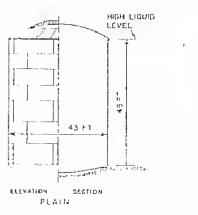
تتسم بتصميم يسمح بتحمل ضغط البخار المحتمل نشؤه داخل الخزان بدون وجود أجهزة أو طسرق لتفير الحجم الداخلي للخزان مثل ماهو معمول به في بخزانات السطح العائم وتزود هذه الخزانسات بصمامات تخفيض الضغط وذلك لعدم السماح بزيادة الضغط عن حد السلامة للخزان بالإضافة السسى المعدات الاضافية السابق شرحها في خزانات الضغط.

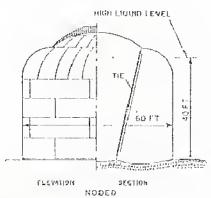
والخرانات النصف كروية شبيهة بالخرانات ذات السطح المخروطي فيما عدا أن القاع والسقف محدبي الشكل لتحمل الضعط كما بالاشكال التالية:



. Noded Hemispheroid: شکل رقم ۲۳۶

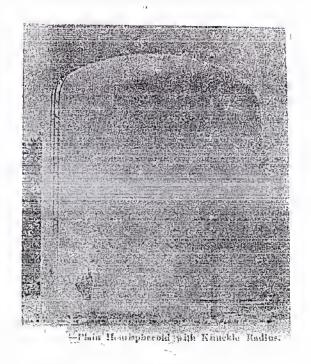






- Drawlags of Hemispheroids,

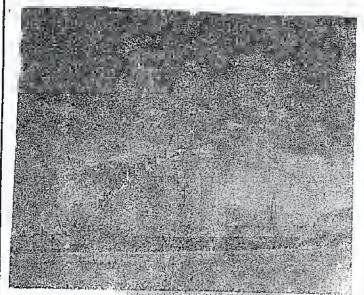
شـــكل رقــم ٢٢٦



شکل رقام ۲۲۷

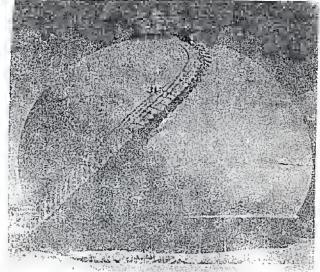
والخزانات التروية تكون على هيئة كرة ومبعجة وهناك الخزانات الكروية دات المقدة وتسستعمل للسعة العالية ويكون بداخلها رباطات وقوائم لجعل الاجهادات على جدار الخزان اقل كما في الاشكال التاايسة : (شكل رقسم ٢٣٨، ٢٣٩، ٢٢٩)





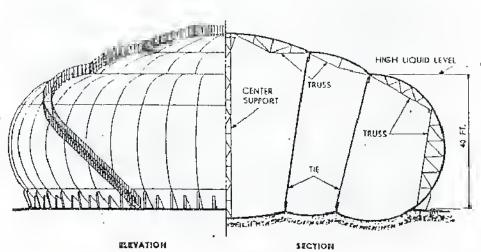
-Nuded Spheroidal Tank.

شکل رقدم (۲۲۹)



-Plate Spheroidal Tank.

شکل رقم (۲۲۸)



-Braning of Noded Spheroidal Tank.

شکل رقم -+۲۶-

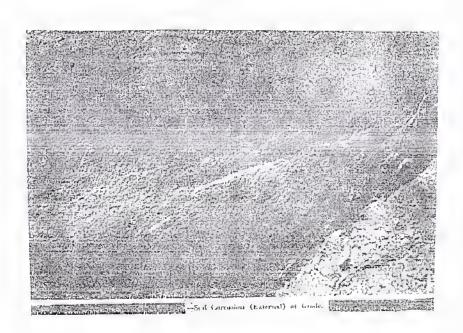
#### مبررات الفحص واسباب التلف

كما في جميع الاجهزة والمعدات النفطية تفحس لفرض الوقوف على حالة الخزان وقياس معسدل التاكل ودراسة أسباب الاندثار أذا كان ذلك فسي الامكان ، وباستجلاء هذه العوامل يمكن أخسد الاحتياطات اللازمة للتقليل من أحتمال الحريق أو فقد المادة المخزونة والمحافظة على سلامة التشغيل وتقرير التسليح اللازم أو الاحلال باخر جديد وكذلك أيقاف أو تاخير التقدم في الاندثار -

التــــآكل

يمثل التاكل السبب اارئيسي لاندثار الخزانات

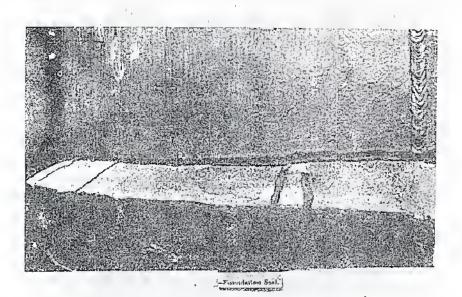
المسنوعة من الحديد وكذلك فان أكتشاف مناطسة التاكل وقياس معدلاته تعتبر من أهم مبررات الفحص ، والتاكل الخارجي للخزان يعتمد على جو المنطقة المحيطة ، فالاجواء الحامضية أو الكبريتية قد تتلف طلاءات أو أصباغ الحماية وتزيد من معدل التاكل ، وعموما فان الاسطح الخارجية للخزانات وكذلك الاجهزة المساعدة تتعرض للتاكل بصورة سريعة أذا لم تزود باحدى طرق الحماية مثل الطلاءات أو الاصباغ المانعة للتاكل الجوي أو الحماية الكاثودية ، وأي منطقة منخفضة أو أخاديد تتجمع غيها المياه مدة طويلة من الزمن غالبا مسا



نسکل رقسم ۱۶۱

تتعرض الى تاكل مركز • كما أن نوع الخـــزان وتفاصيل تركيبه يؤثر على مناطق ومدى التاكـــل للسطح الخارجي ، فالخزانات المصنعة بالبرشــام توفر مناطق بها تركيز حامض عالى مما قد يتسبب في وجود خلايا تاكلية ، وفي الغالب أي نضوح على

تحت هاءدة الخزان قد تكون مآكلة ئكان يكون بها كبريت أو مواد كيمياوية أخرى ومع وجود لرطوبة تتكون مواد شديدة التاكل ، وحبيبات الطمى المخلوطة كمادة ماسكة لرمال الدبة تكون مع الرطوبة سائل النكتروليتي وحسب تركيز المحلول من الطمى



شــكل رقــم ٢٤٢

خط البرشام يتلف طبقة السبغ حول النضوح ومن ثم يبدأ التاكل الخارجي في هذه المناطق ، والتاكل الارضي ينشأ من جراء تحرك التربة فوق خط قاءدة الخزان أو أن الخزان ينخفض عن مستوى التربة كما بالشكل رقسم ( ٢٤١) : --

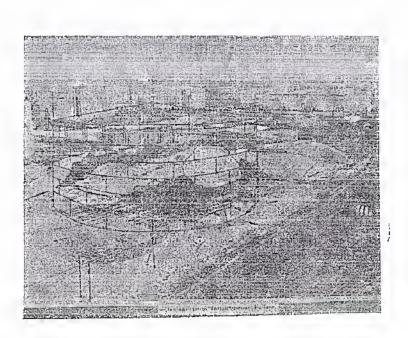
والتاكل الخارجي لقاءدة الخزان قد يكون من المشاكل الخطيرة ، فالمواد المستعملة لعمل حسبة

تتكون خلايا كهربائية يكون نتيجتها حفر متفاوت العمق ، وأذا كان الخزان يحوي مواد مأكلة وحدث به نضوح من القاعدة _ فقد تتجمع هذه المواد تحت القاعدة وتتسرب الى حافة الخزان وعند ملاقاتها للرطوبة يتاكل جدار الخزان من الخارج كملا بالشكل رقم (٢٤٢): -

والتاكل الداخلي للخزاتات يمتمد على درجسة التاكل للمواد المخزونة سواء الكيمياوية أو النفطية وكذلك على نوع المعدن المسنوع منه الخزان وفي كثير من الاحيان يكون من الخسروري استعمال بطانة داخلية مقاومة للتاكل حسب طبيعة المسادة المخزونة وفي بعض الحالات الخاصة يكسون من المناسب صنع الخران عن معادن أو سبائك حاصة مقاومة للتاكل وخزانات النفط الحام والمنتجات النفطية تصنع في العادة من الحديد ومثل هدذه المخزانات يلاحظ بها التاكل خاصة في منطقة الابخرة المخزانات يلاحظ بها التاكل خاصة في منطقة الابخرة المخزانات يلاحظ بها التاكل خاصة في منطقة الابخرة الماطق المعطاة بالسائل من جراء أبخرة كبريتيسدد الماطق المعطاة بالسائل المخزون فيكون النتاكل من جراء الاملاح الحامضية وكبريتيد المهدروجيين أو جراء الاملاح الحامضية وكبريتيد المهدروجيين أو عركبات كبريتية اخرى ومناك بعض الانواع

الاخرى من التاكل الداخلي مثل التاكل الاليكتروليتي، التاكل بالهيدروجين : الهشاشة القاعدية ـ التاكل الكرافيتي لبعض الاجزاء المصنعة من الحديد الصب وأنفصال الزنك من الاجزاء المصنعة من البراص .

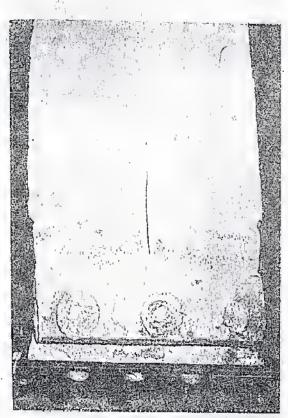
ومن الاسباب الاخرى لفحص الخرانات التاكد من عدم وجود نضوح أو بداية نضوح تؤثر على أقتداد المادة المخزونة أو سلامة العاملين أو تلف المعدات الاخرى ، كما أن المواد المخزونة في الخزانات لمافي النفط هي رأس مال المدغى ويجب أن لاتضيح كميات منها بدون طائل ، وكما في حالات كثيرة فان فقدان الكميات المخزونسة في أحسد الخزانات قد يتلف كثير من المدات المحيطة ، وقد يحدث أنهيار كلي للخزان ويفقد الخسران بما فيها بالشكل رقم (٢٤٣) : —



شکل رقام (۲۲۳)

والفحص الدوري والصيانة الجيدة يقلل لحد كبير أحتمال الانهيار الفجائي ورغم أن النخسوح يكون في أغلب الاحوال نتيجة التاكل الا أنه يمكن أن يكون نتيجة لحام غير جيد أو برشام ردىء أو حشوات تالفة أو شق في اللحام أو المعدن ، ومن المهم فحص الخزاناتذات الاسقف العائمة وملاحظة مانع التسرب الابتدائي والثانوي والشقوق فسي الخزانات تنشأ لاسباب عدة مثل لحام معيب ، عدم أزالة الاجهادات حول مناطق الرباط ، عدم وجود

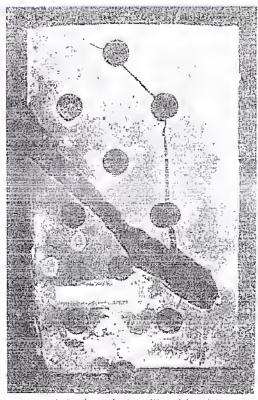
تقوية حول الفتحات ، الاجهادات الناشئة عـــن هبوط التربة او الهزات الارضية ، الاهتزاز الزائد والتصميم الردى، للتصليح ، والمناطق التي تزداد غيها أحتمالية وجود الشقوق هي أتصال الجــدار بالقاءدة وحول النوزلات وحول ثقوب البرشـــام والحوامل وخطوط اللحام ، والاشكال التالية تبين بعض الشقوق ، والفحص الجيد يظهر هذه العيوب قبل أن يتفاقم خطرها ،



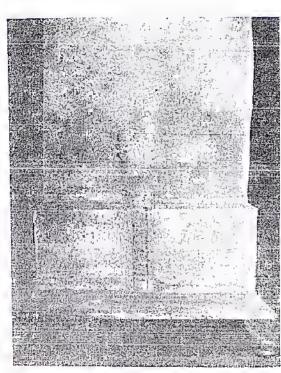
'- Ceneks in Turk Shell Phrie.

ئىسىكل رغسىم 337

(۲۵۰) محق رات



*—tracks in Tank at Riveted Lap Joint to Tank Shelt,



-Cracks in Yank at How Weld of Invested Augh Commoting Shell to Bottom.

سائل رفسم (۲۶۶)

وقت ومعدلات الفحطب

تعتمد معدلات وفترات الفحص على العوامل التالية : --

١ _ طبيعة المواد المخزونة

٢ _ نتائج الفحص البصري الخارجي

ا س _ تيسر المحدات ٠

ع ــ معدل التاذل وسماح التاكسل

ه _ حالة ونتائج الفحص السابق

٦ _ الخامات اللازمة وطرق التصليح

حوقع الخزان كان يكون في منطقة معزولة أو
 في منطقة عالية الخطورة •

والفترة اللازمة لعمل فحص شاهل للخزان من الداخل والخارج يعتمد على معلومات الخدمة السابقة مالم يكن هناك سبب واضح لاجراء الفحص بالسرعة اللازمة فبالنسبة للخزانات الموجودة في جو معتدل من ناحية التاكل فقد يتمفتح الخزان للفحص الشامل كل خمسة سنوات أو أكثر أما الخرانات الموجودة في جو شديد التاكل قد يكون من الضروري عمل الفحص الشامل سنويا ، والمعلومات المفصلة والشاملة عن ظروف خدمة الخزان يجب أن تكون متوفرة حتى يمكن أجراء المفحص بصورة جيدة وتحديد الفترات المناسبة لفتح الخزان ، وأثناء أشتغال الخزان قد يكون من المناسب فحص الخزان من الخران عدرات أشتغال الخزان قد يكون من المناسب فحص الخزان من المناسب فحص الخزان من الخارج بالفحوصات غير المتلفة لزيادة فتدرات الاشتغال بدون توقيف .

طريقـــة الفدمـــن : -

الاحتياطات الضرورية لضمان سلامة العاملسين لتنفيذ اي عمل ، فيجب أن يكون الخزان خالي من الغازات أو السوائل التي قد تكون مصدر للغازات ، فعند وجود مادة الرصاص أو كبريتيد الحديد يجب أخذ الاحتياطات اللازمة وفسي كل الحالات لايسمح بدخول الخزان مالم يكن هناك تصريح بالدخول صادر من قسم السلامة موضح فيه أن الخزان خالي من الغازات والمواد السامة وأنه معزول عن أي مصادر وان الجو الداخلي به أو كسجين كافي لدخول الاشخاص ،

ومن المفضل القاء نظرة فاحصة من الخارج قبل دخول الفاحد الى الخزان وملاحظة الاماكين المتهرئة من السقف والاعمدة والقاعدة خشيية أحمابته بالفير من جراء سقوط مثل هذه الاجزاء عند دخوله ويجب توفير أجهزة المقحس ومراجعتها قبل العمل بها وكذلك توفير أجهزة السيامة الشخصية لدخول الخزان ، ويمكن تلخيص الاجهزة اللازمة للفحص فيما يلي :

_ احجزة قياس السمك بالموجات فوق الصوتية

_ مط__رقة

_ مقياس الاقطار الداخلية

ـ مقياس الاقطار الخارجيـة

_ مسطرة حديديــة

_ مقياس العمـــق

_ مناطــــس

_ ممسباح يـدوي

وهناك أجهزة أخرى يجب أستحضارها عند

_ جهاز متياس العمودية (ثيودولايت )

_ ميزان مائـي

_ محدات التتظيف بالرمال

ــ صندوق تفريــخ الهـــوا،

ممدات الفصس المناطيسي

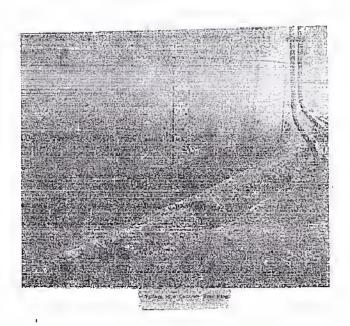
_ معدات الفحص بالسرائل الناغذة

ــ ممـدات الفدص الشــماعي

الفدس الفارجسي

يجب أردا الفحس الخارجي بفحص السلالم والدارج راامرات والرباطات الخارجية خشسية

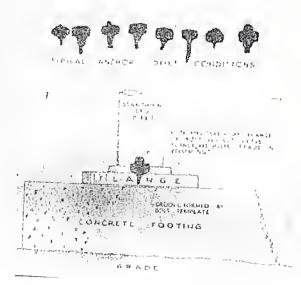
أنكسار أو تاكل البراغي والبرشام وكذلك القواءد الخرسانية ، وغالبا ماييدا التاكل في المناطليلة المحصورة بجانب البرغي والصاموله وتسستعمل القاشطة والمطرقة في اختيار كفاءة البرشام أو البرغي كما نلاحظ الشقوق والانهيارات في القواءد الخرسانية ، وقد يتكون التاكل تحت الصبغ ولذا يجب ملاحظة الصبغ ومدى تماسكه على سلطح المحدن ، والقاءدة الخرسانية للخزان يجب فحصها جيدا من حيث الهبوط ويمكن الاستعانة بجهاز الثيودولايت كما يجب سد أي فراغ بين القاعده الخرسانية وقاع الخزان خشية تسرب الياء تحت الخزان ، وااشكل التالي يوضح أنهيار الحلقاة



شکل رقم (۲٤٧)

وبراغي التثبيت يمكن فحصها بطرقها جانبيك الاستعانة بالتنظيف بالرمل أو أستعمال فرشكاة حديدية لتنظيف سطح المعدن ويمكن الاسسستعانة بالفحص بالحبيبات المناطيحية أو السوائل النافذة لتأكيد الفحص البصري أيضا يجب فحص الاتصالات الميكانيكية في الخزان وأذا كان مناك أي شك من جراء وجود نضوح فيجب فحص المقاومة الكهربائية بين الخزان والتربة ويجب أن لاتزيد باي حال أكثر من (٢٥) أوم كما يجب فحص الصبغ والاغطيــة ويجب ملاحظة مناطق الصدأ والانتفاخات ومناطق أزالة الصبغ وهذه الأشياء من السهل ملاحظتها بالمين المجردة ويمكن الاستعانة بقاشطة أو سكين المناطق المشكوك بها.ومناطق الانتفاخات فسيسي المدين غالبا ماتحدث في سقف الخزان وعلم الجوانب التي تتعرض لآشعة الشمس بصورة كبيرة وهي كثيرة الجدوث أسفل خطوط اللحام ومناطق النضوح ومناطق التاكل ومناطق البرشام والبراغي كما يجب ملاحظة الصبغ خاصة في الاسقف الطائفة حيث في الغالب يصعب أصلاحها في حالة أشهتمال الخزان بليجب أعادة طلائهابعد تفريغ الخزان وأذا كان الخزان معزول حراريا غيجب فحص العازل الحراري خاصة آماكن النوزلات كما في الأمكان أزالة بعض عينات من العازل لفحص المعدن تحته وعند تحديد مناطق الناكل الخارجية للاسطح في مناطق أنهيار الصبغ أو تحت المازل أو تحـــت الصمامات فيجب أخذ قراءات لسمك المعدن وفي المادة تكفى عدة قراءات لكل حلقة من حلقات جدار الخزان وذلك بالاستمانة باجوزة السلمك

لمعرفة مدى التاكل كما في الشــكل رقــم (٢٤٨) :

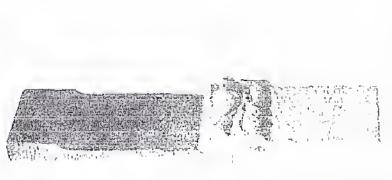


-facension of Ancipe Reserve شکل رقسم (۲٤۸) :

ويجب فحس جميع أتصالات الانابيب بالخزان عن طريق الفحص البصري بالاستمانة بالقاشطة لازالة أية ترسبات لانظهر حالة الانبوب كما وأنسه أذا كان هناك أنبوب يمتد داخل التربة نيجب حفر التربة لاحتمال وجود تاكل أرضي شديد في هـــذه المناطق وبعد تعرية الانبوب يجب تنظيفه بالقاشطة لاتمام عملية الفحص البصري كما يجب فحصس أتصالات الانابيب لاحتمال الالتواءات من جسراء هبوط الخزان خاضة أذاكان الخزان مضطقة تتاثسر بالهزات الارضية والبركانية ، كما يجب فحصص النوزلات من حيث التاكل أو الشقوق ومن المفضل

هوق الصوتية ، ومناطق التاكل الموضعية يجبب التسفين للذران ويظهر هذا النوع من التلف على همها وقياس عمقها بوضع مسطرة حديديات ميئة شقوق تبدأ من داخل الخزان وتمتد السلى وتحديد عمق الناكل أو يمكن الاستعانة بمقياسس الخارج وأذا وجدت مثل هذه الحالة فأن المسواد الحفر وأذا كان الخزان يستعمل لخزن مواد قاعدية القاعدية تتسرب من خلال الشقوق وتكون ظاهرة فيجب التدقيق في الفحص لاحتمال وجود تلسف نتيجة لهشاشة المعدن القاعدية والاماكن المحتملة اللون ، وهي حالة خطرة لانهيار المعدن كما فــــي لمثل هذا النوع من التلف هي أماكن أتصال طفات الشكل التالي شكل رقـم (٢٤٩)

للعيان على شكل املاح مترسبة وفي الغالب بيضاء





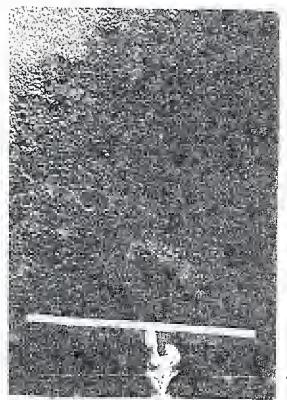
شسكل رقسم (٢٤٩)

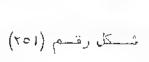
ويجب فحص جدار الخزان والقاعدة الحتمال وجود جيوب ميدروجينية وهذا النوع من التلف قد يظهر على جدران الخزان من الداخل أو من الخارج ويمكن ملاحظتها بسهولة بواسطة الفحص البصري بمساعدة مصباح قوى وعند وحود عدد كبير من الجيوب الصغيرة يمكن ملاحظتها بمرور الاصابح على سطح المعدن ويجب تحديد مناطق الجيوب الكبيرة وتسجيلها وذلك حتى يمكن فحصها بصورة التاكل بالهيدروجين ٠

أكبر عند تفريع الخـــزان •

وبالاضافة الى فحص مناطق التاكل يجب فحص جدار الخزان من حيث النضوح والشقوق والانبعاج وفي الغالب فان النضوح يمكن ملاحظته بتغير اللون او أزالة الصبغ في المنطقة أسفل النضوح •

والاشكال التالية توضح جيوب هيدروجينية أو







شدکل رقدم (۲۵۰)



.
-Tank Failure Canced by Loadequate Vacuum
Ventlug.

شکل رقم (۲۵۲)

الرمال أو الفرض المديدية وفي بعض الحسالات الشاذة يكون من المناسب تجليخ اللحامات للحصول على سطح ناعم وعملية التجليخ يجب أن لاتتام في حالة وجود مادة في الخزان ويمكن أسستعمال السوائل النافذة الاكتشاف الشقوق وطريقة الفحص بالحبيبات المغناطيسية يمكن أستعمالها عنسد أنستغال الخزان كما يمكن الاستعانة بالفحصس أشتغال الخزان كما يمكن الاستعانة بالفحصس الشعاعي وفي هذه الحالة يجب تفريغ الخزان مسن الماءة وأذا كان الخزان مصنع بالبرشام أو البراغي غيجب أختيار بعض منها بطريقة عشوائيسسسة غيجب أختيار بعض منها بطريقة عشوائيسسسة

وعدد وجود نخوح خلال شق فيجب عزل الخزان عن الخدمة باسرع وقت واجراء الفحص والتصليح اللازم والاماكن المحتملة لوجود الشقوق هـــي البرشام والبراغي أو أي أتصالات أخرى بالخزان واتصال جدار الخزان من القاعدة للخــــزاذات اللحومة، وعادة يحتاج الفلحون الى دقة كاولية لاكتشاف الشقوق ويجب الاستمانة بالتنظيـــن بالرمل لفحص المناطق المشكوك بها والسيتعمال بالرمل لفحد المناطيسي أو السوائل الناعذة والسايب الفحد المناطيسي أو السوائل الناعذة والسايب الفحد المناطيسي أو السوائل الناعذة والسايد المناطيسي أو السوائل الناعذة والسايد الفحد المناطيسي أو السوائل الناعذة والسايد الفحد المناطيسي المناطيسي أو السوائل الناعذة والسايد الفحد المناطيسي أو السوائل الناعذة والسايد الفحد المناطيسي أو السوائل الناعد المناطيسي أو السوائل الناعد والمناطيس المناطيسي أو السوائل الناعد والسايد الفحد المناطيسي أو السوائل الناعد والمناطيسي أو السوائل الناعد والمناطيس المناطيس المناط

ان انبعاج او التوا، الواح الخزان يمكن ملاحظتها بالفحد البمري وغالبا مايمكن ملاحظتها عليه بعد واكن اذا كان الانبعاج قليل نتيجه لحاملات موضعية فيمكن الاستعانة بمسطرة حسديدية ورضعها على سطح الجدار والانبعاجات تتشأ في الفالب نتيجة الرياح او الزلازل او وجود فلراغ المخزان نتيجة تلف فتحات او

صمامات السلامة كما في الشكل التالي :

وعندما يئون الخزان مدنع باللحام وبسبه التواءات خطيرة ففي الغالب فأن خطرط اللحام تكون بها اجهادات عالية والتي تد ينشأ عنها شقوق وكما ذكرنا في السابق أماكن أحتمال وجود السقوق هي على خطوط اللحام بين القاعدة والجدار وكذلك على خطوط اللحام الراسية وعند الشك بوجسود الشقوق فيجب الاستعانة بالفحص بواسطة الحبيبات المناطيسية أو أي خصص مناسب وفي مثل هذه الحالات يجب تنظيف خطوط اللحامات بواسسطة

التسرب وفي العادة يمكن أصلاح مثل هذا التلف بمانع التسرب أثناء أشتغال الخزان أما أذا كانت عملية التحليح صعبة أثناء الاشتعال فيجحبب تسجيل ذلك في الملاحظات لحين فتح الخــــزان للمسيانة الشاملة كما يجب هدس مجموعة تصريف مياء الامطار للخزانات ذات السطح العائم بينفترة واخرى لاحتمال نضوهها أو أنسدادها فأن أنسداد هذه المجموعة وتكدس المياه بها قد تسبب في غمسر البنتوت أما سكة السلم على سطح الخزان يجبأن تفحم بعناية بنفس الطريقة وعادة يذون التائل في سطح الخزان بالغ الخطورة في المناطق المعفضة حيث تتراكم فيها المياه الى أن تتبخر وعندما يكون بالخزان مواد أو أبخرة ماكلة فأن نضوح هــــده المادة من خلال الثقوب في سقف الخزأن وفتحات التنفيس ومن مانعات التسرب وماشابه ذلك يتسبب عادة في تآكل خارجي عنيف حول مناطق الثقـــوب ويجب اخذ قراءات السمك في المناطق المظهرة للتاكل الشديد بواسطة الاجهزة فوق الصوتية كما يجسب غدص الاجهزة الاضافية مثل مانعات اللهب غيجب ان تفتح في نترات مدددة حسب الخبرة لكل موقع لفحصها وتنظيفها وملاحظة التاكل فعادة تتسبب يخشى من أنسداد غتخات التنفيس مما يقلل الىحد كبير من متدرتها في تنظيم الضغط داخل الخران. ومما يسبب احتمال انهيار الخزان واذا كان الخزان

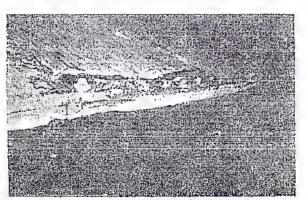
وهدصها من حيث جودةالالتصاف وتتم طريقسة فحص البرشام أو البراغي من الجانب بواسطة مطرقة مغ تحسس الجهة الاخرى بواسطة الاسبع الوصلة كما يمكن الاستعانة أيضا بمناتيسسح الصواميل الختبار البراغي • كما يجب فحص ستف الخزان بواسطة المطرقة لاكتشاف مناطق التاكل واستعمال الحزام الواتمي خشية الوقوع داخسال الخزان نتيجة المناطق المتهرئة وفي حالسة الخزانات ذات السقوف الثابتة يجب وضع سقالات بالطدول الكافي بحيث تستند على عوارض ثابته على الاقل الحين أتمام عملية الفحص وبالنسبة للاسطح العائمة يجب اتخاذ نفس الاحتياطات بالاضافة الى أخدد الاحتياط من جراء الابخرة السامة أو الخسارة فيجب أن يكون الخزان في أحسن وضم بحيث لايكون هناك مكان محصور للإبخرة ويجب ملاهظة النضوح في سقف الخزانات في حالة الخدمة ويجب أن يتـم الفحص بالعين المجردة وبالسرعة المناسبة وأذا كان من اللازم الدخول الى داخل البنتون أو بينالاسقف المزدوجة فيجب أخذ الاحتياطات اللازمــــة. والنضوجات التي تظهر على هواف مانعات التسرب بالعين المجردة ولكن في الغالب خان هذه النضوحات لاتمثل خطورة كبيرة مثل النضوهات الاخرى ورنمم أن النصوحات في هذه الاماكن تعتبر طبيعية الا أنه

مرتبط بمجموعة جمع الغازات فيجب فحصها مباشرة كما يجب فحص مانعات الصواعق وتضبان التوسيل الكهربائي الارضي من جراء التاكل أو التعسرية والمحافظة على مقاساتها .

### الفحص الخارجي للخزان حالة عزله

يتعرض قاع الخزان من الداخل للتآكل خاصة اذا كان موضوع على قاعدة ترابية ومن المسلعب فحص القاعده أتناء أشتمال الذران ولئن في حالمة عزل الخزان عن الخدمة يمكن خصص القاع مسل الخارج عن طريق فتح مجاري في التاعدة الترابية لعملية الفحس واخذ عينات لقاع الخزان ويجسب ملاحظة أن يتم ذلك في مناطق قريبة من الحافة وأن يماد ملى المسرات بالرمل والحجس الجيري الدسمير كمنا وانسه في هذه الحالة يمكن محمل مجموعة الانابيب المتصلة بالخزان بواسطة المطرقة للكشف عن المناطق قليلة السحاك خاصة لمناطق المنحنيات والنوزلات واذا كانت بعض الانابيسب مفهورة في الارض فيجب هفر التربة وكتسسيف الانبوب خاصة في مناطق الدخول الرالة بقميت يكون التاكل الخارجي في هذه المناطق شديد . كما يجب فحص السقف بالمطرقة في جميع مناطقه بدون النظر الى مناطق الناكل الظاهرة. والسلطح الداخلي للسقف يتعرض لتأكل سريع نتيجة وجود ابخسسرة ماكلة وبخار الماء مع احتمال وجود هواء او اوكسجين والفحص المطرقي في هذه الحالة يجب أن يتم بطرقات غوية : ويجب أن يتم المحمل بنظام للتأكد من فحد س جميم مناطق السقف وبعد اتمام عملية الفحص

يجب اعادة المناطق التي تأثرت بالفحص اما المناطق التي يحدث بها انبعاج او ثقوب نتيجية الفحص فيجب تصليحها بمناية والصوت الناتج من المعلرقة وكذلك اثر المحارقة يعطي فكرة واضحة عن سيمك الواح السقف فصوت الالواح المتآكلة يكون خافت وينجار المعدن تحت المطرقة او قد يتسبب في ثقبة والنكل التالي يوضح التآكل في سقف خزان :



-Example of Sovere Corresion of Lead-Lined Tank Ruof.
- ۲۰۲ منگ رغم

وفي الخزانات ذات السقوف الثابتة وكذلك عند فحص السقف الداخلي للإسطح المزدوجية يجب اتمام عملية النحص المطرقي قبل تنظيف قاع الخزان حيث تتبار كمية كبيرة من الصدأ والقشور نقيجة عملية الطرق وبالإضافة الى الفحص المطرقي يجب اخذ قراءات لقياس السمك بواسطة الاجهزة فوق الصوتية •

بشرائح مرشدة guides تمنع دوران السقف ويجب نددن هذه الشرائح من جرا، التآكل او الإلتواء -

### الفحص الداخلي :--

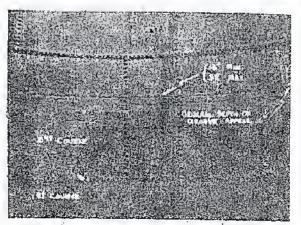
الفصص الداخلي يستلزم عزل الخسزان عسسن المدمة ويحب في مدم الحالة انتظيم عملية المدمي اللازمة وتجهيز السقالات والسلالم واي معدات اخرى قد رمتاج اليها في عملية الندس •

ك ما انسه من المفيد اخذ منور غرتوغرافيسة اثناء عملية الفحس انتسجيل المسامدات المنيدة وفي البداية يتم الفحس بصوره عامة بواسطة العصي المجردة وكما سبق القول ينغلل في البداية غصص السقف والمنشآت الخارجية قبل الدخول الى الخزان نم بعد ذلك يفحص الجدار ثم القاع ويجب تسجيل المشاهدات الاولية وتعيين مناطق التأكل حتى يتم غدد بها بعد ذلك بعناية وفي العادة فان المناطق التي يتم عليها الفحص المركز هي المنطقة المتعرفـــة للايخرة وكذلك منطقه مستوى السائل وقاع الخيران •

## انواع ومناطق التآكل ــــ

صنعه او اذا كان السطح الداخلي معطى او مصبوغ التاكل والشكل اعلاه تاكل من هذا النوع ٠

ومعظم السقوف العائمة للخزانات تجهاز بطلاءات مقاومة للتآكل وحالات التآكل الشديدة غالبا ماتشاهد في الخزانات المصنوعة من الحديد والمستعملة لضرن المسواد الكيمياوية والماكلسة . والتآكل قد يكون منتظم في مثل هذه الخزانـــات اما في المصافي الاعتيادية فان خزانات المواد النفطية



-Example of Vapur-Liquid Line Correction. شکل رقم ــ:۲۰

تتعرض للتآكل في منطقة الابخرة فدوق مستوى السائل المخرون من جراء وجود ابخرة مثل كبريتيد الهيدروجين والمظوط مع الهواء كذلك فان الخسط الفاصل بين السائل والابخرة يتعرض للتآكل السريع خاصة اذا كانت المادة المخزونة اكثر كثافة من المساء ورغم ان هذه المواد ليست كثيرة في مصافي النفط عادة يعتمد التآكل الداخلي للخزانات على الاأنه في هذه الحالة يطفو الماء على السائل المخزون طبيعة المادة المخزونة وعلى معدن الخزان وطريقة ويعمل على تكوين احماض مخففة تزيد من عملية

والشكل السابق لحالة خزن حامض كبريتيك بتركيز ٨٨/ (ومثل هذا المتركيز غير مؤاكل المحديد) ولكن وجود الرطوبة المتجمعة في الخزان تد جعلت الحامض على الخط الفاحل مخفف ومؤاكل بدرجية شديدة لجدار الخزان مما أظهر مجرى عميق في المعدن م

وعندما تكون المادة المغزونة تحتوي على املاح هامضية أو مركبات فأن هذه الواد ترسو الى القاع وبوجود الماء يتكون هامض مخفف مما يتسبب في تأكل الق ومثل هذه الحالة قد ينتج عنها التأكمل على شكل مع وفي الغالب فأن مثل هذه المناطبة تشاهد تحت النفوب أو الفتحات في سطح المضران حيث يمكن دخول الله وأيضا تلادط تحت مناطبة سقوط القشور أو الددا والتي تسقط على القاع معموط القاع المقاور أو الددا والتي تسقط على القاع معمود المناطبة الم

ومن انواع التلف الذي يحدث في جدار الخزان مو الدآخل بالبيدروجير مما يبتج جيروت مملوء بالهيدروجير مما يبتج جيروت مملوء بالهيدروجيري وكذلك الهشاشية القاعدييية وهذه الحالات من التآكل قد تحدث ايضا في السقرف والنتاع ولكنها اقل احتمالا م والالواح الحديديسة التي تحتوي على فجوات داخلية مين الخبث او وجود طبقات مفصولة Lamination فانها اكثر احتمالا للتآكل بالهيدروجين ،

والهشاشة القاعدية غالبا ماتحدت في الخزانات المستعملة لخزن القواعد والاماكن التي بها اجهادات داخلية عالية اكثر تأثرا بالمهاجمة ومثل هذا النوع من التآكل اكثر احتمالا عندما ترتفع درجة الدرارة لاكثر من ١٥٠°ف ولذا فأنها اكثر احتمالا حسول طفات التسخين واتصالاتها ولذلك فأن الفحمل البصري الاولي ضروري قبل اجراء الفحص المفصل وقبل اجراء عملية الفحص التفصيلي يفضل ازالة أي شيء مملق خشية سقوطه فاذا كانت حوامل السلاف متاكله فيجب تامين عدم سقوطها قبل أجراء الفحص الشامل وعند ذلك قد نحتاج السسى تنظيف مناطق التاكل بالرمل وتنظيف القشور والرواسبوغيرذلك،

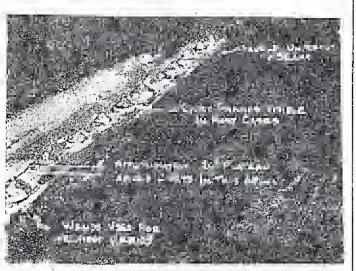
### علج المنزان :-

مفحص قاع الفزان بالمطرقة في جسيم الفاطق ويجب ان تتم العملية بنفس النظام السابق كما في فحص السقوف والجدران ويجب ملاحظة اماكن التآكل والحفر اثناء عملية الطرق وفي اغلب الاحيان يكون عن الصعب عشاهدة المنسسر لانسدادها بواسطة الرواسب ولكن عند الطرق فان الرواسب تقفز من الحفر وفي الامكان عشاهدتها كما يمكن

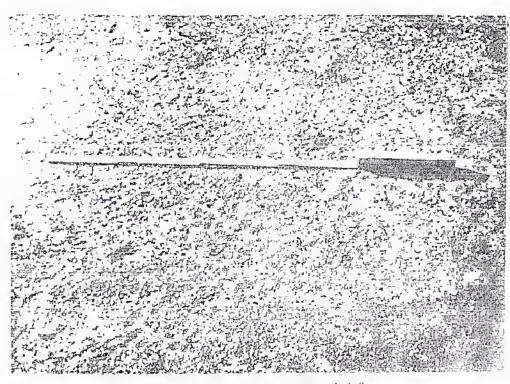
استعمال القاشطة لتنظيف الاماكن المشكوك بها او في الامكان استعمال التنظيف بالرمل و والحفر الكبيرة العمق تحتاج الى قياسها بمقياس الحفر او استعمال مسطرة حديدية وسن مدبب ويجب فحص خطوط اللحام واكتشاف مناطق النضوح بالعبن المجردة كما ان خطوط البرشام يمكن فحصها بواسطة قاشطة مدببة السن أو سكين تمرر على خط البرشام من الجانب وأذا تم الاحساس بوجود خط البرشام من الجانب وأذا تم الاحساس بوجود فتحة بين البرشام والمعدن فيجب فحصها بعناية

واكتشاف الخطأ كما يجب فحص خطوط البرشام عشوائيا بواسطة الطرق كما تفحص رؤوسس البرشام لاكتشاف مناطق التآكل ويمكن الاستعانة بالقاشطة لتنظيف السطح من مكونات التاكل ويجب تقدير عمر البرشام المتاكل وهل هو صالح الى حين الفحصص التاليبي والشكل رقصم والشكل رقصم وحول خطوط البرشام .

والخزان الذي يحوي على مواد حامضية وبه جهاز تحريك او خبط قد يتأثر بصورة اكبر مسن جراء التاكل والتعرية خاصة في الاماكن القريبة من خطوط البرشام ذات الاجهادات الداخليسة المالية ، وكما يجب محص المناطق المنبعجة السي الاسفل بعناية وحول مناطق الاتصالات بالانابيب والمثبتات والاماكن الضيقة التي قد تحجز بها المياه مما تتسبب في تآكل موضعي سريع بعد ذلك تؤخذ قراءات لسمك القاعدة وشبجل ، وعدد القسراءات يعتمد على سعة الخزان ودرجة التآكل فاذا كانت مناطق التآكل قليلة تكون القراءات محدودة اما اذا كان التآكل شديد فيجب اخذ قراءات مستفيضة لتحديد المناطق الضعيفة ذات السمك القليل .



-Localized Corresion-Erosion at Riveted Seam in a Tank Bottom.

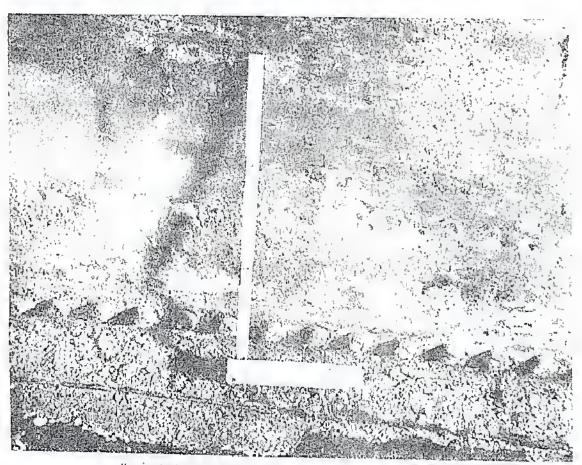


### -- TOT- 108, 1507-

والتاكل الذي يحدث في قاع الخزان من الخارج عناصة الخزانات الموضوعة على التربة الايمكن بسمولة اكتشاف مناطق التآكل ولكن نستطيع لحد مسا اكتشاف مناطق التآكل بواسطة الطرق من الداخل او باخذ قراءات بالاجهزة فوق الصوتية وعندما يمكن أخذ عينات من المواح القاعدة بقياس يمكن اخذ عينات اكثر من قاع الخزان ،

۱۲ انج × ۱۲ أنج ثم ۱۶ × ۱۶ أنـــج وتزداد باستمرار حتى اكتشاف جميع المناطق المتآكلة وفي حالة صلاحية الالواح يمكن استعمال القطسع الكبيرة كغطاء للفتحة الصغيرة وهكذا أقتصادا يتطلب الامر ضرورة الفحص من السطح الخارجي لعملية التصليح وعند اكتشاف مناطق شديدة التآكل على شكل زاوية بين القاع والجدار كما موضـــعح بالشكل التالي :

همم جدار الفزان :-في بعض تساميم الفزانات يوجد غطاء حديدي بالشكل التالي :

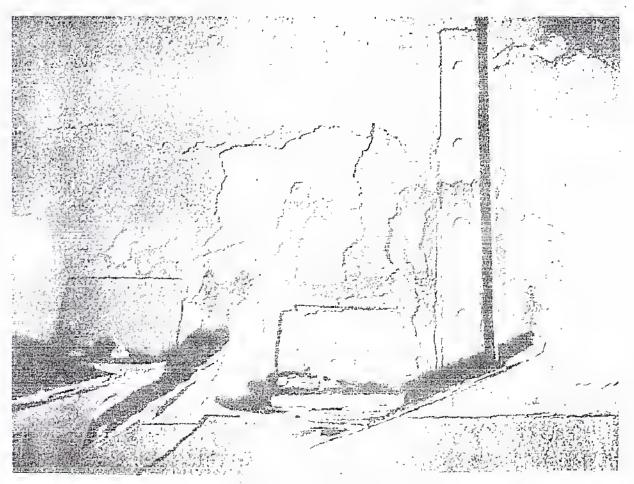


Honom Angle Return Bottom and Shell: The Shows Drep Pit Correspondentia Shell

شكل رقم ٢٥٧-

المنطقة يجب نتظيفها بالرمل وفحصها بالسدوائل خدص الجدار بالكامل واكتشاف مناطق التآكل برضح التآكل في حيز التبخر .

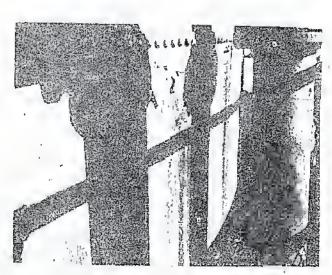
وفي هذه الحالة يجب محص اللحامات بين ركما سبق القول غان مناطق حيز التبخير ومناطق المجدار والزاوية لاحتمال وجود شقوق وهــــذه المدد الفاصل بين السوائل والابخرة هي المناطق التي يجب أن يتم التركيز على فحصها وأذا كان النافذة او الحبيبات الممنطة ومنادلق النفوح نوع الذدمة يتطلب التغير المستمر في سطح السائل التي تم ملاحظتها في الفحص الخارجي يجب التركيز مما يجعل سطح الجدار دائم الرطوبة فيجـــب على محمدها من الداخل صب الحاجة ويجسب التركيز على الجدار بالكامل والنسكل رفم (٢٥٨)



Ex riple of Vajor Space Corresion.

تسكارقهم ٨٥٨

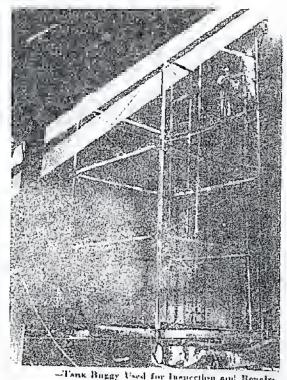
والشكل رقم (٢٥٩) يوضح تاكل شديد مما نتج عنه ثنوب في جدار الخزان ٠



External Vice of Corrosion-Erosion Completely Through a Tank Shell

سكل رقم ١٥٩٠-

وعند اكتشاف مناطق تآكل شديد يجب اخذ قراءات للسمك من الداخل ومقارنتها بالقلل المأخوذة من الخارج واذا كأن ارتفاع الخزان كبيرا فيجب استعمال الثقالات المنصوبة على عجلات كما في الشكل رتم (٢٦٠)



-Tank Buggy Used for Inspection and Repairs Inside Tank.

شکل رقم --۲۹۰

وعند فحص الجدار يجب التركيبز علسى النوزلات بالجدار والتأكد من عدم وجود شقوق في لحامات النوزلات وفي الامكان الاستعانة بفوء قوي وعدسات مكبرة لاتمام العمل وعند اكتشاف اي شق فيجب اجراء فحص تفصيلي بواسطة

الحبيبات الممنطة او السوائل النافذة او الفحص الشمعاعي .

### فحم النضوحات :ــ

يجب الاعتناء بفحص النضوحات سواء في القاع أو في العاع أو في الجدران وذلك بالاستعانة بالسوائل النافذة المضيئة كما يمكن الكيروسين او السوائل النافذة المضيئة كما يمكن

استذدام صندوق التفريغ لفحص القاعدة ويمكن تأهيل صندوق التفريغ لفحص الجدار وفي هذه الحالة يدهن السطح المراد فحصه بواسسطة محلول صابوني كثيف ثم يضغط على الصندوق ويفرع الهواء من داخله غاذا كان هنائ نفسوح ظهرت فقاعات هوائية حول مناطق النضوح والشكل رقم (٢٦١) يوضح ذلك :



للتسرب حول قاءدة الخزان من الخارج ويغطى قاع الخزان من الداخل بواشطة محلول صابوني هوائية تدل على إماكن النضوح . ويضخ هواء من اسفل قاع الخزان بضعط لايزيد على (٣) انجات من الماء بواسطة خرطوم داخل ثم يلاحظ قاع الخزان من الداخل واكتشاف مناطق أو حدث فيها نصوح:

وقاعدة الخزان المنصوبة على التربة بمكسسن نضوح المياه والطريقة الثالثة يملىء الخزان بالماء فحصها بطرق عديدة منها أن نوضع طين كمانسع الارتفاع (٦) انجات ويضخ الهواء من أسفل القاعدة وبالحظ الخزال من الداخل من جراء وجود فقاعات

### اعطية مقاومة التآكل :_

اذا كان سنطح الخزان من الداخل معطيي السدة الطينية من الخارج ويفحص التاع من بطبقات مقاومة للتآكل مثل الواح الرمساص أو الداخل هاذا ظهرت فقاعات هوائية دل ذلك على الواح الصلب الكرومي أو المطاط او المواد الكيمياوية وجود نضوح في تلك المنطقة • وهناك طريتة أخرى او العضوية أو الزجاج أو السمنت فبالطبع يكسون وذلك بضخ مياه تدت قاع الخزان مع عمل السدة الفحس الداخلي مختلف لحدما والاشكال التالية الطينية من الخارج كما سبق وبارتفاع (٦) أنجات توضع التلف الشديد في اماكن سقط عنها الغطاء

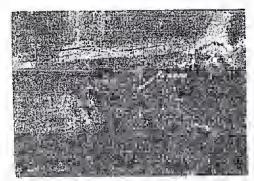


شكل رقم ٢٦٣-



Deterioration of Land Lining on Roof of Yank Canson by Lenks in Lining.

دُيِّلُ رَعْمِ ــ٢٦٢ــ



_tulfues in Land Lining at Battum Kituckle

### شکل رقم سنته ۲۸

ومن الانسياء المهمة الواجب ملاحظتها عند فددى البطانات المتاومة للتاكل هي وجود الثقوب أو الشقوق في البطانة أو أن البطانة قد أنمز لست . وعادة تستعمل الواج الرصاص في حالات خسسزن المواد المؤاثلة الشديدة وعند فحصص بطانات الرصاص تخدش باله حادة أو بالسكان حتى تزول الطبقة السوداء ويناءر المدن اللامم ويلاحظ أي عيب في الواح الرحاص ، ويدكن أستعمال السوائل النافذة بصورة جيدة لاكتشاف الثقوب المسغيرة والشقوق في البطانات وعادة تكون وصلات اتصال الواح الرصاص مع بعضها اكثر احتمالا لوجسود الثقوب كما أن وجود انتفاخ في البطانة يعنى فسي العالب وجود نضوح خلف البطانة اما في البطانات بالواح الصلب الكرومي أو المونيل غان النفسوح يكون في الغالب لوجود شقوق في اماكن اللحامات وعادة فأن غدص بصري تقيق يكون كافي غلبي

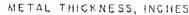
اغلب الأحيان ؛ وبنفس الأسلوب السابق يتملم فحس الهيكاء الحديدي الداخلي للخزان وكذلك المعدات الداخلية وملفات التسخين وغير ذلك •

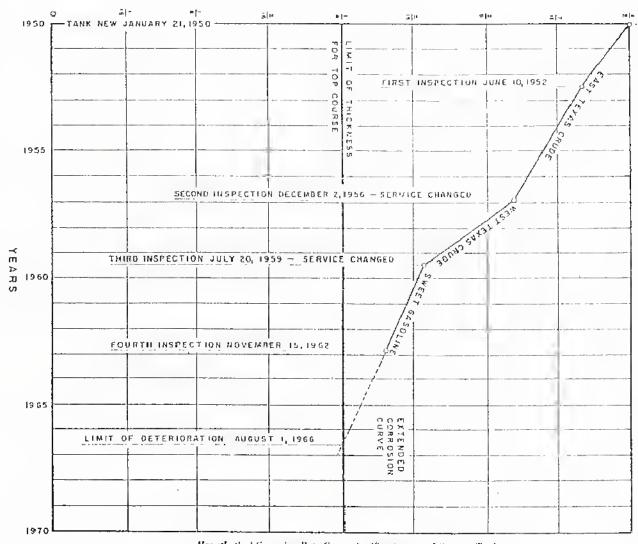
### اختبار الخزانات :ــ

يتم عمل اختبار لصلاحية الخزان عند بنائه لاول مرة كما يتم أختبار الصلاحية دوريا عند كل أصلاحات جسيمة للخزان للتاكد من عصدم وجود نضوهات والتاكد من أن التصليح قد تسم بنجاح ونعني هنا بالاصلاحات الجسيمة مثل عمل قاع جديد أو تعطيته بالواح في بعض الناطق أو احلاح أماكن كبيرة من الجدار بواسطة ونسم أاراح جديدة وفي هذا الاختبار يملى، الخسران بواسطة سائل أو غاز حسب ضغط مناسب لفحص متانة الخزان وعدم نضوهه ، وبالنسبة للخزانات ذات الضغط الجري والتي مي مصممة بالاسلس بديث تتنحمل فسغط إجاون على الانج المربح كحد أعلى بالاضافة الى الضغط الاستاتيكي للسائل المخزون غيتم الفعص بمليء الحزال بالماء بأراعاع ماسب وتفحص المناطق من الخارج لاكتشاف أي نضوحات سواء بالقاءدة أو الجدار .

### حدود التفاوت المسموح يه عند الفحص

أن عملية الفحص للخزانات قد تفقد جـــزا تبيرا من قيمتها أذا لم يحدد سابقا حدود التاكل المسموح به ومقدار التلف الذي يمكن التعافي عنه بحيث يسمح بتشفيل الخزان بامان وفيين المتيتة يجب التركيز على مشكلتين أساسيتين : ا ــ معدل التاكل الذي يسبب التلف عمل رسم بياني لمعدلات التاكل بين الفقـــدان ٢ ــ حدود التلف التي يمكن عندها أســتعمال للسمك والزمن والشكل التالي يوضح أحد هــذه الخزان بامان وعندما يكون التاكل منتظم غيفضل المنحنيــات .





--- Hypothetleal Currosion-Rate Curves for Yop Guerse of Storage Took,

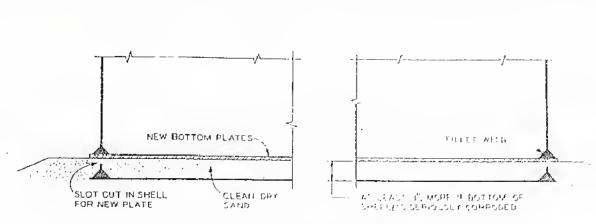
شکل رقسم (۲۲۵)

أما انواع التلف الاخرى مثل التلف الميكانيكي أو من جراء الرياح الشديدة أو الشقوق في المعدن أو الانهيارات الناتجة عن عيوب التشاهيل لاتدخل في حسابات التاكل المنتظم وفي المحقيقة لايمكن توقع وتت حدوث مثل هذه ولذا يتم الفحص دوريا سوا، آننا، الخدمة أو الفحص الشامل •

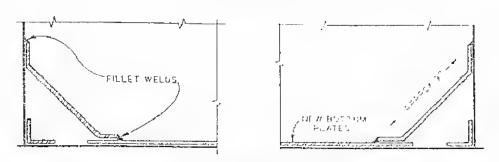
### التمايح

في الحقيقة أن طرق التصليح والصيانة العامة ليست من واجب الفاحص ولكن يجبعلى الفاحص أعطاء أرشادات كافية ومفصلة عن طريقة التصليح والصيانة والتي تكون من وجهة نظره كافية لوقف التلف وجعل الفزان أمين للاشتغال القادم، وقبل أجراء أي تصليحات على الفزان يجب أن تتوفسر المعلومات الكاملة عن النظم المستخدمة في بناء الخزان والقواعد والاساسيات القياسية المستخدمة في بناء الفزان حتى تتم عملية التصابح في ضوء في بناء الفزان والقواعد والتي سبق وأن أتبعت في بناء الفران وهناك عدد من التسليحات التسي تتم على الفزان وهناك عدد من التسليحات التسي متنة المؤزان وهناك عدد من التسليحات التسي متنة الفزان أو عوامل الأمان المتوفرة فيه وعليه متانة الفزان أو عوامل الأمان المتوفرة فيه وعليه فان مثل هذه العوامل تخضع للقراعد المادوعد، المدومس

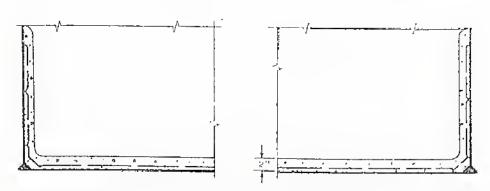
عليها في النظم والتي تتطلب أعادة الفحص بعد أتمام التصليحات وعادة فانه من المستحسن عمل مسح شامل بالفحص البصري للاحظة التصليحات التي تمت على الخزان ويجب تدةيق التمسليحات التي تم تنفيذها والتي سبق تدوينها أثناء الفحص حين يتم التاكد من أن جميع النصليحات قـــــد تمت بكأ، الملاحظات والتصليحات التي تتــــم باللحام على القاع أو الجدران أو السقف يجب أن يعاد فحصها ، وفحص اللحام يجب أن يتم حسب النظم القياسية المستخدمة والغرض من أعادة الفحص هو التاكد من أن التصليحات قد تمت بصورة جيدة ومقبولة وقد يستدعى الفحصسان بالجزيئات المختملة أو السوائل الناغذة أو الغمص ٠ الشماعي وغير ذلك • وعند أزالة جزء من الالواح هان التصليحات يجب أن تتم بعد عمل أركـان دائرية للفتحة وهذه الطريقة شتخدم سيواء رضمت التطعة الجديدة كجزء داخلي من الجدار او وضعت فوق الراح قديمة والرسودات التالية نوصح عرى وضم قاع جديد للحران أو وضم بطانة سمنتية للخزان ، أما مناطق الصفر العميقة فيتم أصلاحها بمائها باللحام أو بثقب الحفسرة النميقة وعمل سن داخلي وغلقه بواسطة برغى •



NEW BOTTOM PLATE INSTALLED OVER LAYER OF SAND (SEE APT PP. 3H)



NEW BOTTOM PLATE ATTACHED TO SHELL WITH A SKIRT (INSIDE TAILS WELDING)



LINING OF BOTTOM WITH REINFORCED CONCRETE

Thicknesses shown are suggested only. Height on shell will depend on shell corrusion, but should be approximately 2 ft man a "-Methods of Repairing Tank Bottoms,"

شکل رقم (۱-۲۷۰)

طرق فحمل الخزانات عند الانشاء أعداد السيد – علي جاسم كاظم

### قواعد عامسة

۱ - عدم السماح لاي عامل لحام Welder بالعمل مالم يحصل على شــهادة تثبــت أختيازه الاختبار المخصص والذي يجب أن يتم باشراف مسؤولي الفحص الهندسي ٢ - لايتم اللحام عندما يكون سطح العــدن الطام، لحامة والداراة اذا كان الحدم معلم أه

لايتم اللحام عندما يكون سطح المحدد المطلوب لحامه رطب او اذا كان الجو ممطر أو فيه ربيح مالم يستعمل حاجز ملائم ، لاتتم عملية اللحام أذا كانت درجة حرارة المعدن التل (حمر١٥٥م) وأذا كانت درجة العرارة بين (حمر١٥٠م حسلر مئوي) أن السحك أكبر من ١٢٥٠م انج يجب تسخين المعددن لدرجة الحرارة الاعتيادية ،

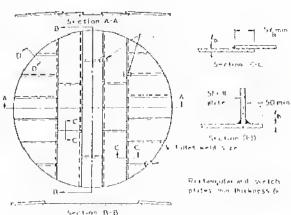
٣ ــ تنظيف كل طبقة من اللحام من الاوساخ قبل
 البدء باهام العبقة الاعسري .

اذا كانت بأغيجة التتوية Reinforcement بالنسبة لفتحات دخوله وخروج المسادة ودخول الاشخاص لم تصبع بجزء ولحد فيجب أن تزود بثقب قطره ربع أنج لمرض الفحص بواسطة الهواء تحت ضغط تسدره (٥) باوند لكل أنج مربع ء وعند المنحدس يجب أحاطة اللحام بواسطة الماء والصابون العرفة المعرفة المعرفة المعرفة المعرفة المعرفة المعرف الموجودة -

ه المحفائح المناطق المستعملة الأغراض تنبيت المحفائح Tack welds يجب رفعها بالكوسرة وأذا حدث أن ترك أثر عميات فيجب ملاه باللحام ومن ثم ينظف بواسطة الكوسسرة ٠

### كيفية تشيد صفائح القاعدة

- ع الواحدة فوق الاخرى over lap ويجبرأن لايكون over lap اقل منخمسة أمثال سمك أخك صفيحة ولايزيد عن أنح واحد بالنسبة الى Single lap unit و(٢)
   احج بالنسبة الى Double lap joint
- ٣ ــ أنج واحد على الاقل من صفائح القاعــدة الخارجية يجب أن يكون خارج منطقــة التحال القاعدة مم الجدار ع
- ع بنا العدادة زوايا المعائج على أن تنطبق تعاما م
- اذا كان قطر الخزان يساوي أو أقل مسن (٥/ ١٢) متر فيجب أن تبنى القاعدة مسن مسائح مستطيلة الشكل وحسائل حداث الدكال مختلفة Sketch plates ومسن المكن أستعمال annular plates وحسب الملاب وسمك هذه الدخائح يجب أن لايقل عسن (٦) ملم و الخزانات التي أقطارها تزيد عسن ٥/ ١٢م



3. Typical finitions by soil to the trade applicated by turbing 12 fest itemselve

# Shell plate Annular plate Shell plate Shell plate Annular plate Filler meld situ Annular plates 0 min thickness. Beclampalis and shell plates in Type all bottom layout for tentar over 17.5 m diametri Live of plates unplate force from A small B. are a share.

### شکل رقسم ۲۲۲

Typical histion layouts for tanks

یجب آن تبنی قاعدتها من صفائح مستحلیلة و Sketch plates و Annular plates

ويكون اقل سمك للصفائح الاخيرة كما ياي ــ

٨ ملم عندما يكون سمك الحلقة الاولى للجدار
 ١٩ ملــم أو أقـــل٠

۱۰ ملم عندما يكون سمك المحلقة الاولى للجدار أكثر من ١٩ ملم واقل من ٣٣ ملم.

 ١١ ــ ملم عندما يكون سمك الطقة الاولى للجدار أكثر من ٣٣ ملم

أقل سمك لكل من الصفائح المستطيلةو Sketch ملم plates

۷ ــ أقل عرض لل Annular plates
 هــو (٥٠) سم وتكون مواصفات معدنها مشابسه
 للحلقة الأولى من صفائح الجدار ٠

### شکل رقعم ۲۲۷

الاشكال رقم ٢٦٦ و٢٦٦ تبين ترتيب صفائح القاعدة ، فالشكل رقم ٣٦٦ يبين ترتيب صفائح الخزانات التي أقطارها تساوي أو أقل من ٥/١٥م والشكل رقم ٢٦٧ يبين الخزانات التي أقطارها أكبر من ٥/٢م ،

٨ ــ خطوات عملية اللحام تتم كمايلي ــ
 ١ ــ تنظيف حافات الصفائح من الاوساخ والمواد الغربية العالقة بهــا ٠

ب _ يجب أن تمسك صفائح القاءدة بقـــوة وبواسطة ثقل مثل الواح خشبية وتشكل بواسطة اللحام على أن يكون طول التشكيل أنج واحد والمسافة بين كل تشكيلين قـدم واحد ومن غير الضروري أزالة التشــكيل خصوصا للقاءدة والسقف عند الاســتمرار

بعملية اللحام .

ج ـ البدء بلهام الوصات القصيرة short seam على أن تترك ٦ أنجات من كل نهاية،

حب بعد أن تكول لجام المناطق القصيرة فبلسدأ بلحام المناطق الطويلة ويجب أن تتم هذه العملية بلحام منطقة وترك المنطقة المجاورة لها مع ترك (٦) أنجات من كل حافة ، حتى تبقى هذه المناطق مفتوحة الى أن تكمل لحام الطقة الأولى مع القاعدة بعد ذلك نكمل لحام المناطق المفتوحسة ٠

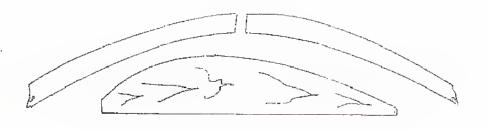
ه _ بعد أكمال عملية لحام القاعدة يجــب أن تفدمن بواسطة الطريقة التالية س

الضغط الفراغي vocuum Box على أن يكون أقل ضغط مسموح به هو ٢ باؤنه /أنج ٢ - خلال تركيب صفائح الطقة الاولى مسن واكثر ضغط هو ٥ باوند /انج على أن يوضع الصابون المذاب فالماءعلى طول منطقة اللحام المطوب فحصها وعند مشاهدة فقاعات تدل على رجسرد عيب في اللحام تؤنيي وبيفييم اللحدييالم وتتظف المنطقة ويعاد لعامها وتشعص هرة أغرى لغرض التاكد من عدم وجود العيب -

و ـــ آذا شوهدت فقاعات هوائية أو ثقـــــوب صغيرة pin holes في لحام القاعدة فمن الممكن تصليحه باستعمال لحام أضافي فوق اللعام الاولى • وأذا شوهد وجود فطـور cracks أو أي عيب كبير فيتـــم تصليحه برفع اللحام واعادة لحامه ، المجحدار

١ _ بعد أكمال تركبيب ولحام صفائح القاعـــدة نمين عدة نقاط على المناطق الخارجية مسن القاعدة ونوصلها مع بعضها وهي تمسل المحيط الحقيقي للخزان ويتم ذلك بواسسطة Center punch حتى نستطيع تنبيت صفائح الحلقة الأولى من الجدار -

الجدار والتي تثبت بواسطة نوع مسسن الماند الخاصة Clips يقوم الفاحمن الهندسي بفحص النتصة Gap واستقامة ، صلة اللهام المدودي كذلك بفتحن تالوسس الصفائح ومناطق اللعام الممودي بواسطة wooden curvature gauge کما نی الشكل رقم (٢٦٨):



شکل رقم ۱۳۸۰

٣ ــ بعد الانتهاء من اكمال الوصلات الممودية من الحلقة الاولى يقاس تقوس الصفائسسح البدء بلحام منطقة التقاء الجدار مع القاعدة • ويعاد التاكد من تقوس الصفائح مرة أخرى في منطقة اللحام العمودي وبواسطة Wooden curvature gauge

على أن يكون المقياس محفور Notch لتجنب الزيادة الموجودة في منطقة اللحام · (٢٦٩)

 إ ـ نكرر كل الفحوصات التي نفذت على العلقة التقوس والشاقولية •

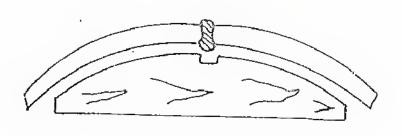
ه ـ الانحراف Misalignent للوصولات العمودية للجدار يجب أن لايزيد

عن (١٠/) من سمك الصفيحة أو ١٦/١

وشاقواية الحلقة على أن تكون صحيحة قبل ٢ ــ عند أكمال الوصولات الافقية فبروز الصفيحة العليا عن صفيحة الحلقة التي تقع تحتها يجب أن لايزيد عن ٢٠/ مــن ســمك الصفيحة العليا خلال ٦ أنجات • ويكون البروز مسموح عندما يكون١٦/١١ أنــــج للصفيحة العليا ذات السمك الاقل من ٥/١٦ أنسج فما دون ٠

عن صفائح الجدار • كما في الشكل رقــم ٧ ـ جدار الخزان يجب أن يكون ذو شاقوليــة مضبوطة ، وهذه صعبة الانجاز وسنورد فيما يلي المسافة المسموح بهاخارج الشاقولل حسب النظام البريطاني ٠٠

قطر الذران ﴿ ١٥٢٥م ١ أنج في ٤٠٠ أنج قطر الخزان > ٥ر١٢م خ٠٣٥ ا أنج في٠٥٥ أنج قطر الخزان > ٣٠٠م ≤٥٤م ١ أنج في ٣٠٠٠أنج



شکل رقم (۲۲۹)

قطر الخزان > ٥٥م ١ أنج في ٢٥٠ أنج صفائح الجدار المتجاورة عند الوصلات الافقية يجب أن يكون لها خط مركزي عمودي الاحتاد العدار المتابية كالمتابية المتابية المت

وخلال على ثلاث حلقات متجاورة ، الود اللات الممودية يجب أن لاتقع في خط مستقيم ويجب أن تتحرف الواهدة عن الاخرى بمساغة لاتتل على خمسة أمثال اسمك صنيحة ،

٨ ــ بعد أن تتم عطية لحام الحلقة الاولى محن الجدار يتاس نصف قطر الخزان من مركزه والى أية نقطة موجودة على الجدار محسن الداخل و والزيادة والنقصان في نصف التعار

المسموح بها هي كما يأي ــ قطر الخزان ≤٥ر١٢م ± ١٣ملم قطر الخزان > ٥ر١٢م ≤٥٤م ±١٩ملم تمار الخزان > ٥٤م ± ٢٥ملم

و الانبعاج المرضوي للجدار آهةيا وعموديا يجب
أن لابزيد عما الى عام اليام و بمبيال طواء
مرحم وضع المقياس على بمد ممين مسن في خط اللحام و

سمك الصفيحة دور ١٦ملم ١٦ ملم سمك الدغيدة > ٥ / ١ ملم د ١٥ ملم ١٢ملم سمك الدغيدة > ٥ / ١ ملم

عند النقاء الوصلات الافقية والعمودية للجدار يجب أن لاتنحرف أكثر مما يلي عند استعمال متياس طوله متر واحد

سمك الصفيحة ≤ ٥ر١٢ملم ١٠ملم ... مك الصفيحة > ٥ر١٢ ≤ ٥٢ملم مملم ... مك الصفيحة > ٥٥ملم ٢٥ملم ٢٥ملم ٢٥ملم

- ١٠ ـ أذا حصل في خطوط لحام الجدار تشـــویه ماموس الى الداخل أو الخارج فهذا التشویه حمكن معالجته وذلك برفع اللحام في المناقة واعادة لحامها بعد أخذها الوضع الصحیح ٠
- 11 ــ الوصلة العمودية يجب أن تلحم من الخارج والداخل بنفوذ وانصهار تام و الوسلسلات الافقية يجب أن تلحم من الخارج والداخل أيضا بنفوذ واندوار تام وخصوصا لمسافلة نلاث أنجات على طرفي منطقة التقاء اللحام العمسودي والافتلى و

۱۲ ... كل تشكيلات لحام الجدار يجب أن ترال عند الاستمرار بعملية اللحام ٠

أ ــ غدمي ألجدار بواسطة Ray لله

في العشرة أقدام الأولى تؤخذ لقطة واحسدة لنفس السمك الممول من قبل لحام وبعد ذلك تؤخذ لقطة أضافية لكل ١٠٠ قدم بدون التقيد بعسد اللحامين وعلى الأقل ٢٥/ من المناطق التي تؤخذ لها X-Ray يجب أن تكون في منطقة التقاء junction اللحام الممودي مع الانقاء

### ٢ ـ اللحام الافقىي

تؤخذ لقطا واحدة لكل عشرة اقدام الاولى للحام التام النفوذ والانصهار بدون التقيد بعدد اللحامين بعد ذلك تؤخذ لقطة أضافية واحدة لكل ٢٠٠ قدم تقريبا ولكل الجزء المتبقى من اللحام الافقي ٠

### ب-طريقة القطع Sectioning method

يقطع نموذج دائري من وصلة اللحام بواسطة الله قطع خاصة • ويجب أن لايقل قطر القطعة عن العرض النهائي للحام مضافا اليه ١/٨ أنج وعلىأن لايقل عن ١/٨ أنج •

يقطع النموذج من منتصف اللحام على أن يؤذذ 17/1 أنج من المعدن الاصلي لكل جانب يعاملك النموذج مع المواد الكيمياوية Etching

توضع في محلول مغلبي (٥٠/ من حامدس الهيدروكلوريك المخفف) لمدة نصف ساعة الى أن يصبح واضح المعالم و يفحس النموذج للتأذد من وجود عبوب في اللحام مثل أوساخ معدنية أو غقاءات غازية أو وجود فطور أو غير ذلك من الميوب وبعد ذلك تغلق جميع الفتحات بواسطة سداد plug دائري وقبل وضع السداد توضع صفيحة من الداخل على الثقب وتلحم وبعد ذلك يوضع الدداد ويلحم وترفع المحفيحة من الداخل ويلحم

والقطع الماخوذة يجب أن نكون على الشكل التالي

١ _ اللحام العمودي

تؤخذ قطعة واحدة للعشرة أقدام الاولى للعام

الكامل ولنفس السمك ولنفس اللحام بعد ذلك توفد قطعة أضافية لكل ١٠٠ قدم .

### ٢ ــ اللحام الافقــى

تؤخذ تطعة واحدة لكل (١٠) أقدام لنفس السمك وبغض النظر عن عدد اللحامين بعد ذلك تؤخذ تطعة واحدة لكل ٢٠٠ قدم .

### فحصي السنقف

### الضرانات الثابتية

يغمص لحام سقف الخزانات الثابتة باحدى الطريقتين :-

ا ـ فعند فحص جدار الخزان بواسطة الماء من المكن أستعمال ضغط هواء داخلي قـدره (مملى بار) الى الخزانات الخالية من الضغط (و٣ ملى بار) اكثر من الضغط التسسميمي للخزانات الموجود فيها ضغط .

وباستعمال الصابرن المذاب في الماء وبوضيعه على طول منطقة اللحام نتمكن من الكشيف عن العيوب الموجودة في اللحام .

" _ الطريقة الثانية باستعمال Vacuum Box تعتمد هذه الطريقة على عمل تفريخ هوائي لداخل صندوق الفحص ويوضع صابون مذاب في الماء على طول اللهام ونستطيع الكشف عن الميوب نتيجة لحدوث فقاعات تدل علي

وجــودها .

### الخزانات المائمة

تفحص اما بطريقة تفحص اما بطريقة كما غلي الخلوانات الثابتية أو بواسلطة كما غلي الخلوانات الثابتية أو بواسلطة Oil penctration الزيت النافذ مثال المعتمدة المعتمدة لمعتمد الداخل ثم يترك لفترة من الزمن وبعد ذلك يفحص بحقة لمعرض معرفة المنطقة الموجود فيها عيب بسبب قابلية هذه السوائل على النفوذ خلال الميلوب المرجودة في اللحام وائل على النفوذ خلال الميلوب المرجودة في اللحام و

الفعمس النهائسي ١ ــ الفحص الائسي

تعين أربعة نقاط على محيط الخزان الذي يقل قداره عن ٢٥م ونمانية نقاط للخزان الذي يدون قعاره أكبر من (٢٥)م تسجل قراءة مستوى كل نقطة قبل البدء بعملية خميخ الماء الى الخزان ، وتكون عملية الملىء كما يلسى :

ادا كانت التربة جيدة يمار، نصف الخزال بالما، ويؤخذ المستوى ويتارن مع القراءات التي اخذت أولا قبل ملى، الخزان للتاكد من عدم حصدوث لختلاف في المستوى ويملا الخزان الى المستوى ويملا الخزان الى المستوى ويملا الخزان الى المستوى ولقد مع نزول طفيف المحدود الكذان ذو مستوى واحد مع نزول طفيف المحدود

النتل الناتج عن الماء بمد ذلك يملاء الخزان بالماء ويترك لمدة ٨٤ ساعة وتؤخذ القراءات النهائية .

أما في التربة الضعيفة عندما يكون مقدار نزول التربة ٣٠٠سم عيجب أن يكون المليء ببطه ويضاف الماء للخزان بمعدل (٢٠ مم) لليوم المواحد الى حدود ثلاث أمتار ويتوتف المليء وتسجل غراءات المستوى يوميا وعندما يبدأ الاستقرار بالتناقص يضاف الماء الى الخزان وتسجل القراءاتيوميا الى أن يملاء الخاران كامسلا و

وخارَل عملية اللي يجب أن يلاحظ لحام الخزان وخصوصا لحام الجدار من عدم وجود أي نضوح فيه ٠

٢ ـ عند عدم وجود الماء • يفحص الخران
 باحدى الطرق التاليـة : _

أ _ ترش جميم مناطق اللحام من الداخل

بواسطة زبت شديد النفوذية وعندللا يفحص مس الخارج بمبورة دةيقة للكشف عن الحيوب الموجودة ب ل استعمال ضغط هوائي داخلي علمي أن لايزيد عن الضغط التصميمي للفسوران و أو استعمال الضغط الفراغي من الخارج كطريقاة فحس القاعدة والمستقف و

ثامنا :ــ كيفية فحص الرافعات | اعداد المهندس | زهير ميــرزا

تصمم وتستعمل الراغعات لغرض نصب المعدات والاجهزة النقيلة في المسابيع الصناعية الضخمة وكذلك في نقل هذه المواد من اماكنها السي أماكن اخرى اعلى او أوطأ من مكانها الاصلي وحسب الحاجة وكذلك في تفريغ بواخر وعربات المسحن وغيرها من الاعمال الكثيرة المتعددة والمتنوعة م

اضافة الى ماجاء اعلاه فيمكن المستعمال الرافعات في حفر الخنادق والتنوات ودق الركائز بعد ابدال بعض أجزاءها والجافة اجزاء أخرى •

ان النظرية الفيزياوية حول العتلات والعزوم والحبال والبكرات هي المطبقة في الرافعات بصورة صحيحة وواضحة وقد استفاد مصمموا الرافعيات من هذه النظرية وطبقوها للحصول على افضيل النتائج واحسنها لبذل اقلجيد ممكن فيرفح الحلىوزن مطلوب •

تتقسم الرافعات الى انواح عديدة وتصنف حسب حمولتها وطريقة حركتها ومجالات استعمالاتها فمنها :-

ا _ الرافعات المحمولة على سالاسل (زنجيل) • Crawler cranes

ب _ الرافعات المحمولة على اطارات

Mobile cranes

ج ــ الراغمات الكهربائية المعلقة overhead electrical travelling cranes د ــ الرافعات الكهربائية المتحركــة علــــى electrical travelling cranes .

ه ــ الرافعات المحمولة على زوارق او بواخر . Marine cranes . و ــ الرافعات المستعملة في الاعمال المدنية . والنفاء Tower cranes .

ز ــ الرافعات المحمولة على ظهر السيارات winch trucks د ــ الرافعات الثابتة chain blocks

سنتعرض هنا الى أكثر الرأنعات شيوعا في الاستعمال فقط وهي (أ) و (ب) وذلك بسبب حرية الحركة فيهما • حيث انه من الممكن ان تدور كابينة الرافعات فيهما • ٣٦٠ درجة وذراع الرفع الى مايقرب من الوضع العمودي وبذلك يمكننا من تغطية مسلحة واسعة من العمل والاستعاضة عن الرافعات الاخرى بقدر الامكان •

كما أنه بامكان هذه الرافعات السير بالحمل المناسب مسافات لاباس بها في بعض الاحيان ومن مكان مزاياها ايضا أنها سريعة ومن الممكن نقلها من مكان الى اخر وبسرعة وخصوصا الرافعات المحمولة على اطارات حيث أن بامكانها أن تسير بسرعة ١٠٠ كيلو متر في الساعة أو أكثر ،

تتراوح حمولات هذین النوعین من الرافعات بین (۳) الی (۵۰۰) طن والی ارتفاعات مختلفـــة فد تعل الی ۱۵۰ م مع استهمال الــــــــــ Fly Jib

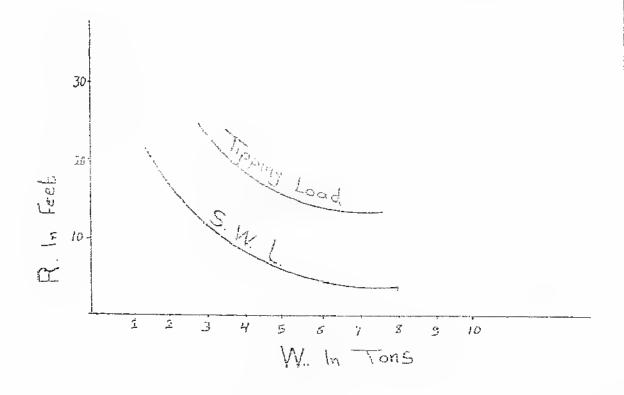
أما الانواع الاخرى من الرافعات التي ذكرت سابقا غاستعمالها مصدر ومحدد يرتبط بظسروك العمل • عند وضع تصاميم وتشييد اية راغعسة بصورة عامة فيجب أن تحسب على أساس أنهـــا التحميل والعكس صحيح • تحت الظروف التشميلية ، أن الاجهادات الحادله في الرافعات من جراء التحميل يجب أن لاتزيد بأن حال من الاحوال على :-

> أ _ اقل قوة كسر المعدن breaking strength of the material Safety factor الأمان الأمان عمامل الأمان ب ـ يجب أن لايتل معامل الأمان عن ١٠/٠

والناشج عن تقديم Ultimate Tensile Strength (U.T.S.) على الجود الناتج من التحميل . عندما يزداد الحمل يجب أن يقل نصف تطرر

ا ن الحمــل المرفـوع باهـان يســمي S.W.L. ويرمــز لــه Safe working Load ويجب أن لايزيد هذا الحمل عن ٢ر٦٦/ من حمل 

والمخطط البياني يوضح العلاقة هذه :_



سئل رقم ٢٧٠٠ـ

Mild steel او forged steel وبدون اجراء اية اعمال لحام عليه مدللقا •

هناك نوعان للمتملم من حلقات الرغم مي: Tropozoidal section & circular section ان اعلى حد مسموح به للرفع عند استعمال النوع الاول من الحلقات وبامان هو (٥٠) طــن ولكن تستعمل عادة في رفع اعلى حمل قدره (٠٠) ملسن ٠

ان حلقات الرفع تقسم إلى أنواع وحسب التصميم وهي :_

- 1- Shank hook, Tropozoidal Section.
- 2— Shank hook, Circular Section.
- 3— Eye hook, Tropozoidal Sectino.
- 4— Eye hook, Circular Section.
- 5- Eye hook, Tropozoidal Section for use with wire rope Thimbles.

آن جهد الثند للمعدن Tensile Strength

المستعمل في حلقات الرفع يتراوح بين ٢٨ ٢٣ طن/ انج مربع ، ان الجزء المسنن من حلقة الرفح يجب أن لايقل عن ٢٥ و ١٠ وعندما يكون (و) مو الحمل الرغوع بامان بواسطة هذه الحلقة محسوبا بالطن لغرض تصميم اسنان البرغى يجب الرجوع السي المواصفات المربطانية المرقمـة B.S. 1580 او 84 85 يجب ان تصنع اسنان البرغي بحيث تكسون خالية من جميع العيوب والسوفان • لغرض التأكد تصغع حلقة الرفع عادة من الحديد المالاوع من سلامة تصنيع حلقة الرفع هذه يجب غدسها

وبالنظر لما تحتله الرافعة من موقع مهم وخطر في عمليات النصب والتشيد وحفاظا عليها وعلمسى المواد المرفوعة وللمحافظة على سلامة العاملسين بمعيتها في ساحة العمل فقد استقر الرأى على ان يتم فحص هذه الرافعات من قبل شخص ذو خبرة واسعة في هذا الحقل ومذول لاصـــدار شهادات فحص تؤيد صالحيتها للعمل بها من قبل شكات التأمين للتعويض عن الحواد الضمان أموال المنتفعين في عملية الرفع والنقل والنصب وغيرها سواء كانت شركات أو اشخاص ٠

تصدر شهادة بصلاحية الرافعة للاشتقال بعد أن يتم أجراء غصص الحمل Load test من قبل الفاحص ، ندرج أدناء الفقرات التي تفحص دوريا (سنويا) في الرافعة : -

Hook ١ _ حلقة الرفع ٢ _ حبال الرفع الفولاذية :-

Lifting wire أ _ حبل رفع الثقل Hoisting wire

ب ــ حبل رفع ذراع الرفع Jib ٣ ـ ذراع الرضح

pulleys ع _ البكـرات

Pins ه _ المامير

Clutch 

Brake ٧ _ الموقـف

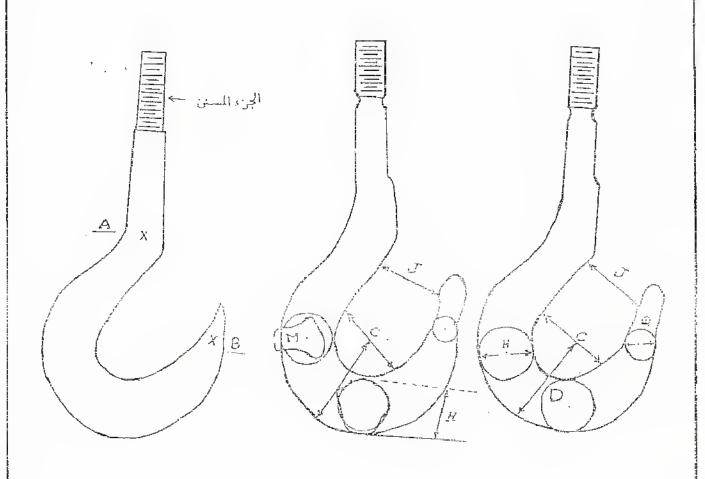
Tyres ٨ ــ الأطارات

Angle-pointer ٩ ـــ مؤشر زاوية الرفع

١ ــ تعلقة الرفع :-

بواسطة رفع ثقل قدره مرتين لما هو متــــور ان تشـــتنل به أي أنه أذا كانت الحلقـة proof test لها يجب ان يكون (١٠) طــن بـ (AB) أفي الشكل أدناه : _

وهكذا على أن لايزيد معدل الاستطالة أو الفترج permanent set بعد ازالة القوة المسلطة محممة لرفع خمسة اطنان مشالا فسان الفحص على الملقة عن ٢٥ر٠/ من الفتحة الاصلية المؤشرة



شكل رشنم ٢٧١ــ

ان حلقات الرفع التي ترفع الى حد (٥٠) طن يجب أن يكون الاجهاد المسلط عليها ٣ طن / أنهج مربع ، وأن قطر البرغي ( الجزء المسنن ) يجب أن لايقل عن ١٥٠٠ الورن المرفوع بامان كما جاء سابقا .

امسا بالنسسبة للطقات المسممة لرفسع من (٥٠صـم) طن فيجب ان يكون الاجهاد المسلط عليها

و لايزيد عن ___ + 1 طن / أنج مربع ولكن أذا ٢٥

زاد الثقل المرفوع عن ٧٥ طن فيوسي باستعمال معدن اجهاده Stress لايقل عن بد ملن / انج مربع ٠

بالنسبة للحلقات التي ترفع من (٥٠-١٠٠) طن فان الفحس proof test يجب ان يكون الحمل المرفوع بامان + ٥٠ أي (S.W.L.+50)

وبالنسبة للحلقات التي ترفع اكثر من ١٠٠ طن فان الحلقة تصمم على اساس الحمل المرفوع بامان .

ان الانواع الخمسة من حلقات الرفع Hook التي ذكرت سابقا تصمم بحيث تعطي جهدا متساويا Equal Stress المقطع الرئيسسي principal section تحست مختلف الاوزان working load في كل أنسواع حلقات الرفع ، ان القطر الداخلي C والحمسل الامين S.W.L.

 $C = K \sqrt{W}$ 

وعندما یکون K مقدار ثابت و ان قیمة K اعلام تکون مرا عندما یکون مقطع حلقة الرفع من نصوع Shank hook مسواء کسان Tropozoidal or circular

المقدار ايضا عندما تكون حلقة الرفع من نوع eye hook وبالنسبة للـ eye hook

فقط اما في حالة كون حلقة الرفع من نسوع eye hook ومن مقطع Tropozoidal فان لا تكون ١٨٤٠

٢ ـ حبال الرفع الفولاذية Steel Wire rope
١ ـ يجب ان تكون لحبال الرفع الفولاذيــة
القابلية النّافية لرفع الثقل المراد رفعه بها وبحده معامل امان مقداره (٥) الى (١) للمــواد والمعدات و(١٠) الى (١) للانتخاص ٠ ان الحبال المستعملة في الرافعات المتحركة بصورة عامة يجب ان تشتمل على

أ _ بالنسبة للحبال المتحركة : _ سلام عند نصب الذراع مرسم في ظروف التشغيل _ اما بالنسبة للحبال المعلقة أو الثابته سلام في ظروف التشغيل مرسم عند نصب الذراع

معامل الامان المذكورة في الفقرات التالية :ــ

ب _ يجــب ان تكون للحبال القابلية على الالتواء والحني وبدون حدوث اية تغييرات فـي مظهرها الخارجي التي قد تــؤدي الــي كل الحبل Fatigue

ج ـ يجب ان تكــون الحبال مقاومه عالية للاحتكاك •

د ــ يجب أن تكون للحبال قابلية مقاومـــة التشوء والسحق

م ــ يجب ان تكون للحبال قابليــة مناومــة التآكل

و ــ يجب أن تكون للحيال قابلية مقاوهـــة الااتناف rotation •

ان حبال الرفع يجب ان تفحص باستمرار وقبل افسى حمل مأمون بد، العمل من قبل السه Riggers تحسبا من المعادلة الاتية : كفوت اي قطع في الخلفيرة S.W.L. مصل ما الخلفيرة الخلفيرة من الاحيان انقطاعه كليا عند رفع مثال (١) = كالحمل ومن نم الحال الفرر بالرافعة او الحمل وحنى مثال (٢) عمال في الاشخاص مثال (٢) عمال (٢) عمال مثال (٢) عمال مثال (٢)

كيفية حساب معامل الامان بالنسبة لحبال الرفسوح كيفية متابع المعامل الدمل المعام المعاملة القطع المعام

معامل الامان للحول = حصوصصصصطال الامان للحول التسمى عمل تصحيلي وأدون

ان معامل الأمان للمعدات = ٥

ان معامل الامان للانسخاص = ١٠ وكما ذكرنا من المادلة اعلام :____

مقارمة القطع للحبل

اقمى دول تشاميلي مأمون = ______ ماول الأمان للحبل

Catalogue breaking Strength of the rope
S.W.L. =

Factor of Safety

مثال : اذا كان مقاومة القطع للحبل تساوي (١٠) طن نما هو اقصى حمل تشغيلي مأمون ٢

الحسل :ــ

S.W.L. =  $\frac{\text{Catalogue breaking Strength}}{\text{Factor of Safety}}$ V = 0 / V = 0

مثال (۱) = معار العبل  $\times$  قطر العبل  $\times$  هنال (۱) = // انج قطر العبل //  $\times$  مثال (۲) = // انج قطر العبل مثال (۲) = // انج قطر العبل // مانج قطر العبل //

اقتصی حمل مامون یمکن رفعه بحبل قطره م/ه انج هو ۱۲۵ر۳ علن و ۱۸۵۵ ه

ة ـ قراع الرام

بدلبيمة الحال ان ذراع الرفع في الرافعة يطاف عليه III يعتبر من اهم الفقرات في الرافعة وعلى ذلك وجب ان يكون الذراع حالحا وخاليا مسن الانحناء او اية طعجات dents في الحسارة الخارجي الإصلي main frame وكذلك أذرع النتوية Lacings ويجب ملاحظة بدقة الماكن ونقاط الترصيل الملحرمة وخلو هسدة النقاط من اي تشقق او فطر أو فقاعات هوائيسة وكما انه لأيجوز مطلقا وبأي حال من الاحوال اجراء

اية أعمال لحام عليه سواء كانت لاغراض التصليح او الصيانة او غيرها الا بعد الرجوع الى الشسركة الصانعة للرافعة ،

مناك ثلاث انواع من الاطار الاصلي main frame بالنسبة لمقطم الذراع وهي :ـــ

أ ــ الاطار ذو المقطع الانبوبي

ب ــ الاطار ذو المقطع المربع المجوف

ج _ الاطار ذو مقطع الزاوية ( حديد الزاوية ) و ويطبيعة الحال ان الفولاذ المستعمل في هذه

الاطارات هو من النوع الجيد وذو المواصفات الفنية المالية .

أذا أريد رفع حمل ثقيل يجب أن يكبون علول ذراع الرفع قصيرا والعكس صحيح *

يوصى دائما باستعمال اقصر ذراع معكسين

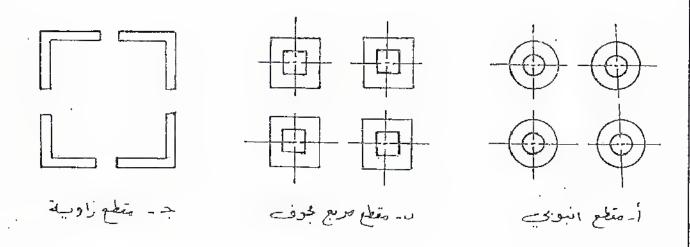
ومناسب لرفع الثقل حيث قانون العتالات مسريح بذلك .

ان العاملين على الرافعات يعلمون أنه من المكن الطالة او تقصير طول ذراع الرفع وحسب الحاجــة ويتم ذلك باضافة او رفع قطع وسطية شـــــــمى

Insert pieces لتعطينا الطول المطلبوب

ونزيبط هذه القطع الوسطية مع بعضها بواسطة مسلمير تثبيت تسمى pins .

وهذا النوع من الاذرع هو النوع التقليدي الشائع الاستعمال في الوقت الحاضر الا انه ظهر في السنوات الاخيرة توع جديد يسمى الذراع التلسكوبي Telescopic jib يعمل هايدروليكيا بواسطة عتلات مثبتة في كابينة الرافعة يعكسن



شكل رهم -777-

بواسطتها اطالة او تقصير ذراع الرفع بتداخله مسع توصيلات ذراع الرفع الوسطية فيجب الابتعساد بعضه و بنتج عن هذه الحالة الاستفناء عن العنصر قدر الامكان عن الطرق ومحاولة أدخاله___ البشري للقيام بهذا العمل وكذلك المتوفير الكبسير جدا في الوقت حيث ان هذه العملية لاتستغرق سوى لحظات بينما في النوع التقليدي الاول تستغرق هذه العملية ساعات طويلة ،

### ) ـ البكـرات Pulleys

يجب ان تفحص البكرات جيدا وبعناية حيث ان حبل الرفع ينزلق عليها عندما تدور - pulley فعليه بجب أن تكون خالية من وجـــود أخاديد أو مجاري Grooves او تشقق cracks فسي جسم البكرة هيث ان ذلك يسبب كسرها ، ان ظهور الاخاديد في البكرة ينتج من جراء استعمال الحبال بصورة خاطئة حيث انه اذا كان التبل ذو تطرر كبير أو صفير بالنسبة لفتحة البكرة فانه من جسراء الاستعمال واهتكاك العبل مع سطح البكرة الخارجي سيفير مسن شمسكالهما ويؤدي الني سوغان غسي شكل متطلم الحبسل

### Pins يمانين عام ع

يوصى باستعمال المسامير الغولاذيب ذات المقاومة العالية لجهد القص Shear في موصيلات ذراع الرفع الوسطية Insertrepiece وكذلك في جميع المفاصل الاخرى مع ملاحظمة اي تغيير في شكلها الخارجي كان نصبح بيفوية من جراء الدوران أو الاحتكاك وتبديلها فورا ، أما في

في اماكنها بسهولة ه

### Clutch الفامسل - ٦

يجب أن تكون حركة الفاصل في الرافعة سواء Carrier او الكابينــة كانت في العربة Cabin في حالة جيدة جدا ويجب ان يتم تبديل السرع بسهولة ونعومة مع مراعساة عدم حدوث اي اهتزاز او حركة مفاجئة هما قد يؤشـــر على حبل الرغع ومن ثم حركة الوزن المعلق واحتزازه او هبوطه وعذا ما لايسمع بعدوثه مطلقا . . Brake Liney

يجب أن يعمل الموقف بصورة جيدة سيسواء الموقف القدمي أو الموقف البيدوي في العربية Carrier او في الكابينة Cabin حيث انه من المكن جدا حدرت مشاكل لاتحمد عقباها في عالة حدوث عالة مفاجثة تستوعب استعمال الموقف دَّمَا أنه يجب مجمع الضفط الفاجي، منصوصا عليه تحميل الرافعة بحمل والأبتعاد عن عذه الخالـــة بقدر الأمكان م

### Tyres will Lay! _ A

من الشروط الواجب توفرها في الرافعة لشوت صلاحيتها للاستعمال مي أن الأطارات يجب أن تكون في حالة جيدة جدا وان تملأ بالهواء وبالضغط اللازم والمفرر لها وبموجب المواشفات الموضوعة من قبل النمركة الصانعة وبعكسه فان اية زيادة أو نقصان

في ضغط الهواء في الاطارات قد يسبب انفجارها وانقلاب الرافعة في بعض الاحيان .

### ٩ ـ مؤشر زاوية الرفع

يثبت هذا المؤشر أما على ذراع الرفع jib أو في داخل كابينة الرفع لكي يتمكن سائق الرافعة من ملاحظته بوضوح وبسهولة ويجب أن يعمل هذا المؤشر بصورة صحيحة وجيدة حيث أنه في حالة عدم صلاحيته للاستعمال أو عند وجود خطأ فتيه فانه من المكن أن يعطينا نتائج غير صحيحة مما قد يسبب مشاكل عند رفع الحمل قد تلحق الضرر بالرافعة من جراء عدم معرفة الزاوية أو الوزن •

أن الفقرات التي ذكرت سابقا من الله يجب أن يتاكد منها الفاحص قبل اجراء فحص الحمل لا Load test وبصورة جيدة أضافة اللي يجب أن يتاكد الفاحص أيضا من أن كافلة الاضوية الموجودة في الرافعة والاشارات الضوئية المجانبية وماسحة الزجاج وغيرها كلها تعملل بصورة صحيحة •

### كيفيسة أجراء فحص الحمل

يبجب على الفاحمس عند القيسام بفحمس الحمل Load test أختيار الأرضول المنبطة المسطحة القوية والخالية من التعرجات أو التموجات وأن تكون هناك مساحة واسسعة وفضاء كاني يساعد على حرية حركة الذراع وبدون بعوقات الى الامام أو الخلف والدوران بزأوية بحرة درجسة م

أ ــ فحص الرافعات المحولة على الاطارات بطبيعة الحال أن هذا النوع من الرافعات هـو الذي تستعمل فيه المساند الجانبية التي تسممي Out riggers وذلك عندما يراد رفع ثقل معين يتم الضغط على عتلة متصلة بشــــــكة هيدروليكية يدفع الهيدروليك هذه المساند السيى الخارج أو تدفع هذه ألماند يدويا بحيث تكون في موقعها الصحيح وترتكز عليها الرافعـة ومن ثم تصبح أطارات الرافعة معلقة وبعيدة عن الارض ومن الافضل والمعمول به أن لاترفسسم الاطارات كثيرا عن الارض وان تكون قريبة منها بقدر الامكان على شرط أن لاتلامس سطح الارض وذلك لضمان عدم تعرض الرافعة الى الانقسلاب عند حدوث طارىء ويلاحظ أيضا وضع الرافعية الافقي بصورة حيدة بواسطة قبان مائسي Level gauge مثبت في الرافعة نفسها

يجب الرجوع الى جدول الحمل المرفق مـــع كل رافعة قبل البدء باجراء فحص الحمل لمعرفــة طاقة الرافعة للحمل وزاوية الرفع أو نصف قطر الرفــع ٠

أو يجلب لهذا الغرض ٠

أن الجداول هذه عادة توضح هذه الامسور فعلية يجب الرجوع اليها وتطبيقها قدر الامكان وعند الامعان في هذه الجداول يلاحظ أن هنساك ثلاث متغيرات هي --

١ ــ طــول ذراع الرفــح
 ٢ ــ نصــف قطـر الرفـــع

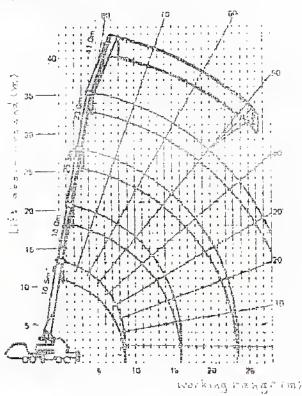
( الارقام التي ذكرت هي أرقام مفروضة) .

تبيأ الرافعة على هذا الاساس وكذلك الوزن المقرر على الجانب on side وعلى الخلف on rear وبموجب الجدول تقرب الرافعة من الحمل ونقاس المسافة بين مركز دوران كابينة الرفع ومركز الحمل المراد رفعه ولتكن هذه المسافة تقريبية بقدر الامكان بعدها يتم أخراج المساند الجانبية out riggers ٥٠ قدم ، يلاحظ الحقل المثبت فيه هذا الرقاسم الى الخارج ومن الأفضل وضع قطع خشبية على . وبجانبه نصف قطر الرفع (أي المسافة بين مركز شكل حزمة تحت هذه المساند تلافياً لاحتمال نزول الارض من جراء الرفع • وعلى أن تاخذ الرافعـــة وضعها الافقي الصحيح بملاحظة القبان المائي الذي سبق الكلام عنه •

### ٣ _ وزن الحمـــل

كما أن هذه الجداول مثبت ذيها طاقة رفع الرافعة ـ وهذه الطاقة تختلف فيما بينها في أغلب الاحيان • لنفرض أننا نريد أختبار الرافعة وهي في وضع على الخلف ، on rear وبطول ذراع رضع قدره دوران كابينه الرافعة ومركز الحمل ) وليكن هذا ١٥ قدم مثلا وسنجد في حقل أخر أن الحمل المقسور بموجب هذا الجدول وهذه المساننات هن ٣ علن مثلا

### WORKING RANGES



### نسکل رقسم (۲۷۳)

The shown working tanges do not include Jib and boom delfections.

فاننا نكون قد حصلنا على أعلى كفاءة للرافعة ١ الا أنه أذا لم تتمكن الرافعة من رفع الحمل المقلسرر وكما مبين في الجداول وحسب نصف قطر الرفح ففي هذه الحالة يجب تقليلات نصف قطر الرفع وتعاد المحاولة ثانية الى أن نحصل على نتائج جديدة من نصف قطر الرفع وحالة توازن الرافعة وبذلك نقول أن الرافعة أمكنها رفع ثقلل بكذا نصف قطر رفع وكذا طول ذراع رفع عند رفع الحمل بالابعاد المقررة من قبل الرافعة عند رفع الحمل بالابعاد المقررة من قبل الرافعة

غان الحمل يترك معلقا في الهواء لمدة نصف ساعــة

وبعد التاكد مما جاء أعلاء تعطى الاشارة السى سائق الرافعة لاجراء الفحص وعلى سائق الرافعة ان يباشر عمله ببطء وحذر شديدين وينتبه السسى الارشادات التي تعطى له بصورة صحيحة ويبدأ ببرفع الحمل تدريجيا عن الارض بمسافة قليلة ويطلب منه عدم تعريض الرافعة الى الاهتزاز وعلسي الفاحص أن يلاحظ وضع الاستقرار الكلي للرافعة وعدم أمتزازها وعدم ارتفاع المساند الجاذبية عن الارض مهما كانت الاسباب وأذا أمكن تطبيست الارقام المثبته في جدول الفحص فعليا على الرافعة الارقام المثبته في جدول الفحص فعليا على الرافعة

### RATED LOAD TABLE

	Ourriggers fully extended						
Working radius (M)	Briam Length (M)				33 Om Boom § 8.0m jib		
	11).5	18.0	25.5	33.0	aliset I	υ∮15el 15	
3.0	30.0t	20,01					شـــکل رخــم ۲۷۴
4.0	22.5	20.0	14.0t				
5.0	18,0	17.3	14,0				
6.0	15.0	14.6	13,3	8.01			
7.0	12.6	12.6	11.5	8.0			
0,8	11,0	11,0	10.0	0.8	3.00	2 ()1	
9,0		9.5	8.8	77	2.8	2.0	
10.0		7. 7	7.8	6.9	2.6	2.0	
12.0		5.5	5 5	5.5	2.2	1.8	
14.0		4.2	4.2	4.2	2.0	1.6	
16.0			3.2	3.7	1.9	1,5	
0.81			2.5	2.5	1.6	1,4	
20.0			2.0	2.0	1.2	0.9	
22.0			1-5	1.5	0.7	0.5	
24.0				1.0			
26.0				0.7			
27.0				0.5			

### Note:

- Figures in the table represent rated loads of crane, set on firm level ground with outriggers fully extended.
- Values above bold line are based on structural strength of crane, and those below the line based on stability of crane.

التاكد من أن جميع أجهرة الرافعة تعمل بحسورة جيدة بعدها يدور الحمل حول الرافعة بـ ( ٣٦٠٠) لنفس الغرض ويتم ذلك بعد كل رفعة حمل وكذلك بالنسبة الرافعات المحمولة على أطارات أو زنجيل،

بعد ذلك يتم أختيار أوزان أخرى ومسافات أخرى حسب الجدول أارمق مع كل راغعة والجدل أعازه يبين المتغيرات الثلاثة لرافعة من نوع تادانو حمولة المسلس المسلمة المسلمة

وعند حصولنا على نتائج جيدة وننبت ذلك في شهادة خاصة معدة لهذا العرض بعد الانتهاء من فحص الرافعات بواسطة المساند الجانبية out riggers بتم فحص الرابعة مجددا وبدون فساند جانبية وتسمى حالة riggers ولهذه الحالة جداول خاصيدة

الطريقة السابقة الآأنه بالإحظ أن طاقة الرافعة الاطارات لايسمع للتعلم تقلم هني أن التعالة الأولى هن شائه في حالة الأرض ففي الرافع without out riggers تكون الرافعة لايسمع بارتفاعها والحمل مستندة على الاطارات وبطبيعة الحال نان الاسباب كذلك ه

هشابهة لحالة الرفع براسطة الساند وتعاد نفسس

الاطارات لاتتحمل الاوزان الثقيلة فعلية تكون هذه الاوزان متناسبة مع خمعط الاطارات ، الحقيقسة يفضل أستعمال المساند الجانبية out rigger دائما ومهما كانت الاوزان للمحافظة على الرافعة في وضع متزن ومستقر .

# ب سه فحص الرافعات المحمولة على زنجيل . Crawler Cranes

يتم فحص ال Load test بالنسبة المسدده الرافعة كما شرح سابقا في طريقة فحص الرافعات المحمولة على الاطارات ويجب الاستعانة أيضا بعداول النعل المرفقة مع الرافعة ، ويجب علسى الفاحص ملاحظة تماس سلسلة الزنجيل crawler مع الارض بصورة منطبقة وواضحة وبكل المساحبة السطحية للزنجيل كما أنه في الرافعات المحمولة على الأرض ففي الرافعات المحمولة على الارض ايضا ومهما كانست

تاســـعا حبال الرفع الفولاذية ( عبال الرفع الفولاذية العداد المهندس ـ حكمت جعفر الحسن أولا ـ المقدمـــة

أن مسؤولية أختيار الاجهزة وكفائتها أو الحتيار المعادن المختلفة ليس لانجاز العمل بصورة كاملة ودقيقة فحسب وأنما المطلوب كذلك سلامة الاجهزة نفسها وسلامة العاملين عليها اكبي يتمائجاز العمل بدون مخاطر وبصورة مضبوطة وتزداد اهمية عامل السلامة عند الاشتغال على تلك الاجهزة أو استعمال تلك المعادن في أماكن ذات طبيعةخاصة وتتطلب اجراءات أمنية مضاعفة كالعمل في المسافي الوالمعامل الصناعية وغيرها م

يتطلب عند أختيار الحبال الحديدية والمعسدة للرفع أو الشد بعض المواصفات الخاصة وحسب طبيعة عمل تلك الحبال والمراد تحقيقها من قبل المجهزين لتلك الحبال كما أن هناك عوامل كتمسيرة تؤثر في طريقة اختيار الحبال الحديدية ممشالا أن متانة الحبال من الامور المهمة وكذلك سمك الحبال ونوعية الاسلاك وطريقة الصنع أيضا من الامدور المطلوبة ومن المكن ذكراًهم العوامل المطلوبة :ــ أ ـ أن الحبال الحديدية تصمم بمتانة وقــوة محسوبة على أن تتحمل أعلى ثقل مسموح به لذلك النوع أو السمك وطبعا تعتمد تلك القوة أو المتانـــة على سمك الحبل Size ونوعية الاسمالك grade of Wire وكذلك نوعية الاسلاك المصنعة كمركز الحبل Core بالأضافة السي والذي يتراوح بين (٥-١٠) أي أن القوة التدميمية ر أو متانة العبال متسمة على (٥ الى ١٠) والناتـج

هو الثقل المسموح برفعة لتلك الحبال وذلك لزيادة سلامة الاجهزة أو العاملين عليها فمثلا أن الحبال المحديث المستعملة في المصاءد الكهربائية ولنقل الاشخاص يكون معامل الامان فيها (١٠) أما أذا استعملت في الاغراض الصناعية فيتراوح بين (٢- المطلبوب وعية العمل المطلبوب و

ب _ يجب أن تكون للحبال القابلية على تحمل ظاهرة الالتواء أو الحنى بدون أن يحدث أي تغير كالتشقق أو الكسر في مظهر الحبال الخارجي وتعتمد هذه الظاهرة مثلا على سمك الاسلاك المكونـــة للظفائر فكلما قل قطر السلك كلما زادت مقاومتــه للالتواء وكذلك هناك تاثير طريقة لف أو تركيـــب الاسلاك والظفائر في الحبال نفسها من طريقة الى أخــرى ه

ج _ يجب أن تكون للحبال القابلية على مقاومة الاحتكاك Resist Abrasion

وتعتمد هذه القابلية أيضا على سمك الاسسلاك الفارجية للحبال ( لاحظ شكل رقم ٢٧٥ ) غالاسلاك ذات الاقطار الكبيرة لها القابلية على مقاومة الاحتكاك أكثر من ذات الاقطار الصغيرة وكما في الحالسة السابقة فان طريقة لف الاسلاك أيضا لها تاثير على قابلية تحمل الحبال للاحتكاك •

د ـ يجب أن تكون للحبال القابلية على تحمـل التشويه والسحق Distortion + Crushing وممكن أن يحدث ذلك عندما يتم لف تلك الحبال على أسطوانات اللف Drums بصورة غــير مضبوطة أوتستعمل نلك الحبال مع بكرات غــير محممة لسمكها ومن الاجزاء التي لها تاثير علــي هذه المقاومة هو مركز الحبل Core لذا غان

ألمركز المتكون من أسلاك معدنية IWRC يكون أكثر مقاوم للسحق أو التشويه من الحبال ذو المركز النسيجي Fiber Core

هـ يجب أن نكون للحبال الحديدية القابلية على مقاومة الالتفاف على نفسها (البرم) Rotation لان هذه الظاهرة غير مرغوب غيها وخاصة عند عملية التحميل وتعتمد متاومة هسدنه الظاهرة على طريقة لف الاسلاك المعدنيةعند تركيب الظاهرة على طريقة لف الاسلاك المعدنيةعند تركيب الظفائر في الحبال من طريقة الى أخرى ، وكذلك تعتمد على نوع الركز Core فالحبال ذات المركز الساكي IWRC لها قابلية مقاومة الااتفاف اكثر من الحبال ذات المركز النسيجي.

و _ يجب أن تكون للحبال القابلية على متاومة انواع التاكل التي تحصل للمعادن Corrosion انواع التاكل الحيوعة مــن المعادن مختلفة مثلا عند تعرضها للظروف الجويسة المختلفة أو ملامستها اثناء الدمل لمواد مؤكسدة أو مؤثرة وصاعدة على عملية التاكل corrosion لذا تصنع الاسلاك المعدنية من نوع السلك المفاون elements Galvanized wire أو من الحديد المقارم الصدا S.S. wire أو من الحديد المقارم الصدا العادة التاكل أو تتنل ومنعها من علامسة المواد المساعدة للتاكل أو تتنل تعرضها لها و

ثانيا - (تصميم وتركيب الدبال المديدية) تركب الحبال المديدية عادة (وكما نشاهده في الشكل رقم (٢٧٥) من عدة أسلاك منفصلة وتتم معلية لف هذه الاسلاك ذات الاقطار المختلفة على

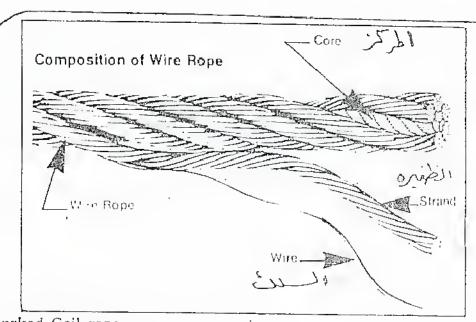
بمنيها بعدة طرق (سياتي شرحها) لتكوين الظفيرة Strand Strand مختلفة السمك تلف على بعضها ومن ثم تلف هذه الظفائر أيضا على بعضها لتكون الحبال وعادة تلف الظفائر على مركز الحبل ويتكون مركز الحبل مدن الظفائر على مركز الحبل ويتكون مركز الحبل مدن الطلاك معدنية نوع IWRC أو من خيوط نسيجية (ليفية) Fiber ولما كان هناك انواع عديدة من الحبال الحديدية لذا غانه يتم تعريفها كما يلي: من الحبال النوع الذي يعرف ( ١٠٠٠ قدم ١/٢ غمثار هناك النوع الذي يعرف ( ١٠٠٠ قدم ٢/٢ أنج قطر ٢٥٠٠ مركز سلكي ) . 1000 ft, 1/٤" dia, 6x25

فالرقم الاول يمثل طول الحبل الحديدي بالاقدام والرقم الثاني يمثل قطر الحبل الحديدي واما الرقم (٦) فيمثل عدد الظفائر في متطع التبال والرقم الاخير (٢٥) يمثل عدد الاسلاك المعدنية المكونة لكل فلنيرة وكذلك يجب أن تعرف طربقة صنع أو تركيب الحبال وكذلك نوع المعدن المستعمل للاسلاك ووعبة الرقر لذا غان الانبياء المسلك والمناوبة حود الرقر لذا غان الانبياء المسلك والمناوبة حود الرقر لذا غان الانبياء المسلك

Trade of wire ألسلك وطريقة تتظيمها في الظفسرية المسلاك وطريقة تتظيمها في الظفسرية المسلاك وطريقة تتظيمها في الظفسرية المسلاك المسلاك Type of lay عصليمه أو تركيبه

ه ـ نرح الركـز Type of core مالئما ـ ( المواصفات القياسية للظفائــر ونوعية الاسلاك )

هناك عدة اسناف أو أنواع للاسلاك المنوناة للظفائر نتبع مواسعات قياسية معينة وتعتمد ثلك



- -

تـــکل رقــم (۲۷۰)

Locked Coil rope : على المجال ذات النافائر المتحــدة الركــز

Concentric strand rope

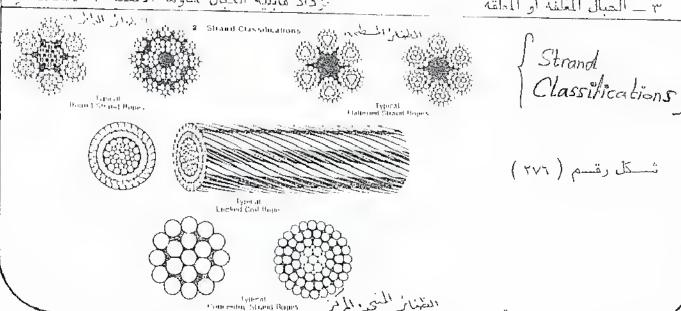
السكل رقم (٢٧٦) يمثل تلك الانواع ، وان أكلسر الانواع استعمالا هو النوع الاول لذا سيتم شرح مواصفاته وطريقة تركيه فقط ،

أن شركيب الظفائر في الحبال الحديدية تتخلصم على شكل مجموعات مستقلة ، تعرف تلك المجموعات بعدد الاسلاك لكل ظفيرة فكلما زاد عدد الاسلاك ترداد قابلية الحبال القاومة الانحناء : الالتفاف أو

الوادسات على قوة ومتانة السلك ومقاومتسسه للاحتثال والتاكل : وتعدنف هسب نوحية العمل لنتاك الديال الما الظفائر فتعرف بعدة السسكال الوقائدوات تعادية ومنها

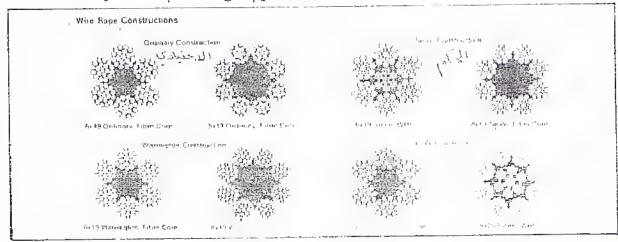
(١) الحبال ذات النانائر الدائرية النسيف مواصفاته وطريقة تركيبه فقط • الدائري Round strand rope الدائري الخاط

للموال ذات الظفائر السطحية
 Flattened strand rope
 الصال المغلفة أو المخلقة



الكسر ولكن على حساب مقاومته للاهتئال وتنظم طريقة تركيب الاسلاك داخل الظفائر بتنظيمات ، ومن خاصة ويصنف الحبل تبعا لتلك التنظيمات ، ومن المكن أن تكون اسلاك الظنيرة من قطر واحسد (سمك) أو من أقطار مختلفة ، هناك أربعة تنظيمات معروفة لتلك الظفائر وكما نشاهده في الشكل رقيم ٢٧٧.

ذات الاعطار الكبيرة والمكونة للمدار الخارجيبي والداخلي للظفيرة وبهذا تعطى مقاومة للكسسسر رالاهتئاك معا في بعض الاحيان يستعمل في تركب الظفيرة اكثر من نوع واحد من الانواع المذورة اعلام رذلك لاعطاء مواصفات خاصة وحسب ماهر مطاوب من تلك الحبال فكلما زاد عدد الاسسلال



المسكل رقام (۲۷۷)

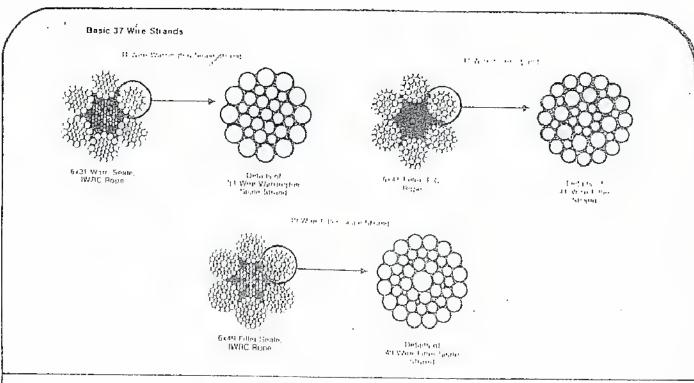
آ _ النوع الاعتيادي Ordinary وتكون
 أسلاك الظفيرة من قدار (سمك ) واحد .

ب مد المحكم أو المغلف Sealou حيد متدد و المسائل الطفيرة الخارجية ذات اقطار كبيرة وذلسا المقاومته الاحتكال والاسلاك الداخلية تكون دفيد القطر لزيادة المرونة للحيال .

د ــ دوع Filler حيث أن السابك فأت الاسابك فأت الاتحال الصغيرة تملا الفجوات بين الاسابك

تغيرت المراصفات القياسية واستحدثت مواصمات أخرى كما يظهر في الشكل رقم (٢٧٨) .

رابط س ( طريقة لف او برام الحبال المديدية وظعائرها ) Rope Lay المديدية وظعائرها ) برعرف مصطلح Rope Lay هي ماريغة السف الحبال وظفائرها وانتجاه اللفكفاها أن ندرن عمليه الات بانتجاد اليمين ( بانتجاه عقرب السلمة ) أو تكون الى اليسار (بعكس انتجاه عقرب الساعة ) بان ماريغة اللف تؤنر بحمورة هباشرة على مرونة الحبل مريغة اللف تؤنر بحمورة هباشرة على مرونة الحبل وكذلك على متاومته للسوفان Resistance of wear المخر هو طول اللذة المحلول الدي تدور فيه ويعرف عذا الطول هو طول الديا، الذي تدور فيه الظفيرة الواحدة دورة كاملة عول مركز أو محسور الظفيرة الواحدة دورة كاملة عول هركز أو محسور



. . .

## شکل رقدم (۸۷۲)

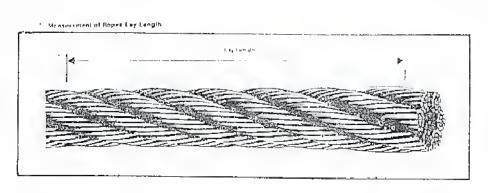
الحيل نفسه كما بالشكل رقم ٢٧٨ .

تتم عملية لف الخلفائر أو الحيال الحديديكة . مطرعةتين أساسيتين : --

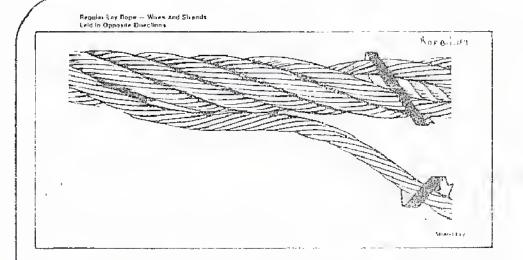
بطريقتين أساسيتين : ١ - طريقة أن (Regular Lay rope)
ويتم في هذه الطريقة لف الاسلاك في الغلفسيره أي أنجاه لف الاسلاك في الظفيرة الواحده يكـــون بعكس أنجاه لف الظفائر نفسها في الحبل خمــون نشاهده في الشكل رقم (٢٨٠) ، وفي هذه المراعة

ياهون رأس السلك في الخلفيرة عند الماف درما موازي الى المحور الافقي للحبل نفسه ومن مميزات هذه الطريقة أن الحبال تكون لها مقاومة جيدة خدالفتل وكذلك لها القابلية على مقاومة السحق أو التشويه •

۲ ــ طريقة حاريقة الطريقة بان يكون اف السلك في الظنيرة



شــکل رقــم (۲۷۹)



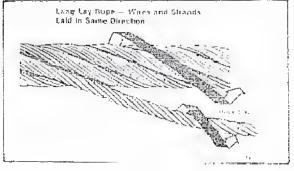
( ( ) ( ) ( ) ( )

وكذلك لف الظفائر في الحبل بنفسس الاتجساء كما مبين في الشكل (٢٨١) في عده الطريقة يكرون أتجاه لف السلك الخارجي للظفيرة مالل بمسحورة عمودية تتربيا على مصور الحبل وبهذا يكون الطبل المعرض للاستعمال للسلك الواهد اكتر من العاريات الاولى ولهذا تزداد قابايةالسوغان ولكن تزداد مقارسه للاهتكاك ويكون الحبل اكثر مرونة وله قابليسه تحمل الكب ب

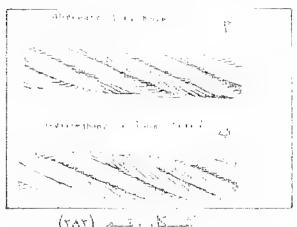
ولكن هذاك اعتمال أن يتمرض هذا الدوع ما ن الصال الي الإنفاذت أو البرم حول نفسه! ذا يتطلب ربط نهايات الحبل لتجنب هذه الظاهرة والدلسك لاموصى باستممال هذا النوع بصورة مدفردة عند

عملية الرغم والإستعمل لربط جسم دوار . يتم لك المنتائر في المبال باتج لم اليم . و اليسار (وكما بينا سابقا) أو تتم عملية اللف بطريفة التتارب أو التعاقب Alter Nate

حيث يتم لف ٣ فلفائر ملفوفة اسلاكها الى اليسار لى الشكل (٢٨٢) أ -



السندل رسم (۱۸۱)



اشسکل رقیم (۲۸۲)

أما الطريقة الاخيرة المسماة بالطريقة المزدرجسة Twin Strand وطيها تكون الحبال مع ٣ ظفائر ملفوغة أسادكها الى اليمن كما نشاهده ماونة من (٤) ظفائر ملفوفة أسادكها الى اليمسين مع ظفرتين ملفوفة أسلالها Right-Laid

الـــى اليســار ٠

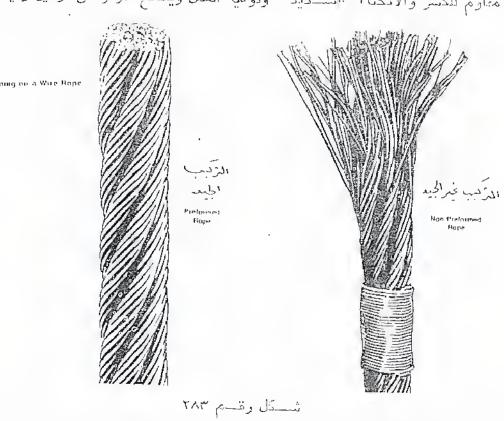
ويتم ان الظفائر بحيث تفدل النيرة ملفوغة الى اليسدار كدل زوج مدن الظفائسدر الملفوفسة الى اليمين ويصبح المقطع الفيرتين ملفوفتين الى اليمين ثم ظفيرة ملفوفة الى اليبار ثم الظفرة المافوفة الى الليبار ثم الظفرة المافوفة الى اليمين ثم الظفيرة الاخيرة المافوفة الى اليمين في الشكل ( ٢٨٢) ب ٠

يجب أن يتم صنع وتركيب الأسلاك والظفائر في الحبال الحديدية ولفها بصورة مسحيحة ومضبوطة نتي يتم استعمال الحبال بدون أن تستقيم أو تطول الذانائر أو الاسلاك ويكون الحبل سال القطب بدون أن تفتح نهاياته أو تنفلت الاسلاك كما نشاهده في الشكل رقم ٢٨٣ وأن يكون سلمال للبرم أو الحمل والاستعمال وليس بله مجال للبرم أو الفتل وأن يكون مقارم للكسر والانحناء الشديد

ران الظفائر يجب أن تتحمل الثقل المسلط عليهـــا بدورة متساوية وأن يكون للحبال مقاومة جيدة ضد الســـوفان •

# خامسا _ (طريق تصنيع وتركيب مركز الحبال المديدية ) CORE

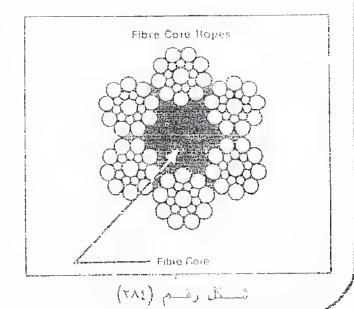
عند تصنيح الحبال الحديدية يتم نف النظائر على مركز الحبل الذي يكون في الوسط وتلف عليه الظفائر والمركز يسند ويساعد في تنظيم عملية لف الظفائر بحيث تكون على شكل حاتات ويمنح أرتكاز ظفيرة على أخرى وفي نفس الوقت يساعد على مرونة الحبال وسهولة استعمالها ويتكرن المركز من عدة أشكال وتعتمد تلك التنظيمات على خليروف ونوعية العمل ويصنع المركز من نوعين رئيسيين نا



30 1. 1 1 + ×

## ا ــ الركز النسيجي FIBER CORE

يتم منع المركز النسيجي الليفي لتي يعطه القسى غلبابية للمرونسة والليونة ويصلع من النسيح الصلب ومن مادة بولي بروبلين poly-propylene المركز أن عملية نزكيب أو دمع خيوط النسيج مـم بعضها وتسمى Independent wire rope core. بعضها تكون ضعيفة نسبيا في ظروف جرية رطبسة أو غيرها وغير مقاوم لعدد كبير من المنوامض وكذلك لايفضل استعمال الحبال ذات المركز النسيجي في ظروف عمل تختلف فيها درجات الحاسرارة لان الحرارة تتلف خيوط النسيح وكذلك يمنع استعمال الحبال أو لفيا على أمسطوانات لعددة طبقسات Muiti-layer winder وذلك لأن الحرسال سوف تسمن او الهشم لعدم البالة المركز علسسي تحمل الضغط أو القوة الخارجية أي أن الحبال أو طبقات اللف سوف تبسكل بعضها البعض . شاهدد



النسكل رقسم (٢٨٠) ،

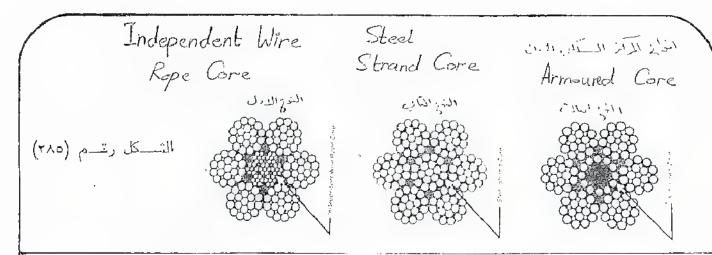
٢ ــ المركز المدني أو السلكي 8 وينتكون هذا النوع من مركز معدني ذات ثلاثة النظيمات رئيسية : ــــ

أ ــ المركز المعدني المصنوع من أسلاك صغيرة القطر وعلى شكل ظفائر صغيرة مشدودة علمس

ب ــ المركز الصنوع من خدية واعدة لها اسلاك بنفس قطر الاسلاك الكونة لدندار الحبل بفسله أي أن مقطع الحبل يبين (٦) ظفائر مكونة للحبـــل. مع طفيرة في الوسط وهي المركز ويدعى Steel Strand core وتصنع الحبال الحديدية بعدا

الذوع من الركز أذا كان قطرها الخارجي أعل من -B.S.S. ( جنا النج )

ج ـ هذا النوع يسمى المركسز المساح Armoured core كما نشاهده في الشاهد رشم (٢٨٥) تستعمل الحبال ذات المركز العدني بانواعه الثلانة بدل المركز النحيجي وذلك عندها تكون الظمروف فالمسموء وسعبة وعسمما كون معرضا لسؤ استعمال ايضا ويبقى محتفظا بشائله الدائري بدون أن يسحق عندما يسسستعمل الى بشرات مسلميرة الحجم لانتاسب سسمك الدبل أو يلف على طبقات متعددة وكذلك فان هذا الندع من الركز يمنع الظفائر من أن ترتكز على بعضه وعادة يكون تعدد أر أستطالة stretch هذا النبيع من الصال أتل من الدال ذات الركرز النديجي ولكن يكون بمتانسة أكثر بنسسسسبة /٧// تقريبك مكن الدكال ذات المردّكن



النسيجي وفي نفس الرقت تكون أقل مرونة رادل متاومة للثقل المفاجي، •

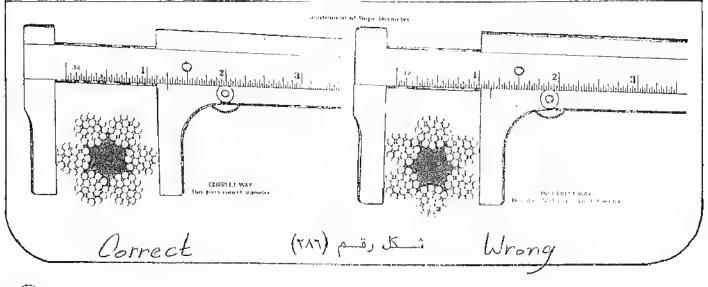
يقاس قطر الحبل كما مبين في الشكل رقم (٢٨٦) بحيث يكون القياس بين أبعد نقطتين في القطـــر ويفضل أن تؤخذ (٣) قراءات مختلفة للحبال المتكونة من (٦) ظفائر و(٤) قراءات مختلفة للحبال المتكونة من (٨) ظفائر

# سادسا ــ تقييم العوامل المؤثرة في عمـــل الحيال الحديدية

يوجد عاملان اساسيان يجب أن يؤخذان بنظر الاعتبار عند محاولة أختيار أحد أنواع الحبال

والتمايز بيهما وهي مقاومة الحبال للكللFatigue ثم الكسير وكذلك مقاومته للاحتكال Abrasion وان هذين العاملين يؤثران على عمل الحبال بصورة مباشرة وعلى كفاءته ومتانته مع مرور الزمن وشدة الاستعمال •

الكلام تحدث هدفه الظاهرة عندما يبقى الحبل مشدودا على أسطوانة اللف أو البكرات لمدة طويلة نسبيا ، فالمعروف عند تسليط أي قوة خارجية على الحبال فانها تستطيل بنسب معينة محسوبه ونتيجة ذلك فان الحبال يصبح أكثر مشدودا من الحالة الاولى وعندما تلف تلك الحبال بهذه الوضعية على البكرات أو



الاسطوانة Drum فإن ذلك ينتج جهد كبيرا على الاسلاك المكونة للحبل وبما أن هناك أحتمال تغير أتجاه القوة المسلطة من أتجاه الى أخر وحسب حركة الحبل فوق البكرات أو اسطوانة اللــــف فمعنى ذلك أن الجهد سوف يتغير تبعا لذلك مـــن جهة الى أخرى وبالعكس وبالنتيجة فانها تؤدي الى حدوث غلاهرة الكلل في أمالاك الديل لأن السماك يبقى يستطيل وينمني في أتجاهات مختافة تبعسا للجهد المسلط وهناك أحتمال ظهور بعض الغطور الصغيرة نتيجة ذلك وتؤدي الى كسر كبير في أسلاك عديدة وممكن حدوث ذلك في الحبال وخاصة فسي الحبال ذات الاسلاك الصغيرة القطر : ولكن كلما مسفرت الاسالتان كلما زادت مرونة المعبل وكلما كان أختيار البكرات أو أسطوانة اللك ملائمة لسحك الحبل كلما زادت ساعات عمل الحبل ومقاومتسله للكسر وغيرها ، ومتاومته وغيرها .

٣ ـ الاحتكاك Abrasina كدث هذه الظاهرة في الاحارك الخارجية المكونة للدبل حيث متحرض هذه الاسلاك أكثر من غيرها للاحتكاك مع البكرات أو مع بعضها البعض ويزداد الاحتكاك بوجدد الاوساخ أو الاتربة أو عندما يعمل الحبل علمي أسطح خشنة أو حادة أو أحتكاك الحبال مع بعضها عند اللف على أسطوانة ألماف ، ولزيادة مقاوم ـ قادمان أو الإسلاكلوذه الظاهرة يجب أن يتوفرمايلي:

أ _ أن يكون تعرض السلك الخارجي لاكتـــر طول ممكن لكي لاينحدر الاحتكاك في منطقــــة حفيرة من السلك

ب ــ أن تكون الاسلاك الخارجية ذات أقطار كييرة ٠٠٠

ج ـ أن يكون السلك من معدن الحديد الحاوي على نسبة عالية من الكاربون والمغنيسيوم

د ـ أن يكون نوع الحديد من النوع الجيـــد ومعامل حراريـا •

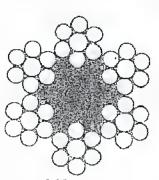
وعند تصميم الحبل لكي يقاوم الاحتكاف الشديد أثناء العمل فمن المفضل أستعمال حبال ملفوف من بطريقة Long Lay rope لانه كما بينا سابقاً تكون الاسلاك والظفائر ملفوفة في نفس الاتجاه وينتج من ذلك أن يتعرض للاحتكاك من الاسلاك الخارجية مع البكرات أو غيرها أطول أو أكثر طول ممكن من الاسلاك وبالتالي فأن السوفان يحدث مدة أطول وكمثال على ذلك فأن الحبال المصنوعة أو اللفوفة بالطريقة المحكمة Seal Strand

تكرن مقاومتها للاحتكال جيدة والشكل رقم ٢٨٧ييين تتغليم الظنائر وعلاتتها بالاحتكاك وغيرها مـــن المؤثرات الحارجية فالتنطيم الأول هو حر تابايــة مقاومة الاحتكاك اما النوع الثاني فيو متاوم جيــد للكلل والانحناء ومن المفضل أن تصمم حبال الرفع على أن تحوي على صفات مشتركة بــين التنظيمين لكي يتم التغلب على معظم المشاكل التي من المكن أن تحدث عند الاســتعمال و

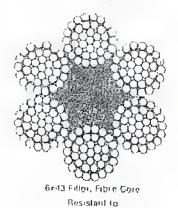
سابعا سكيفية حساب معامل الامان والثقل التشفيلي المامون للحبال

لكي تتم الديطرة أو التغلب على أي نوع من أنواع العجز أو الفشل أثناء عمل الحبال ولكـــي

Effect of Wire Size on Ability to Resist Abrasion, Distortion, Crushing, and Bending Paligue



Abrasion, Distortion



Bending Faligue شسکل رقسم ( ۲۸۷ )

بالنسبة للعاملين عليها لذا فان الثقل التشكيلي ومنها السوفان الكلل ، التاكل ، الاحتكاك أو الاختلاف للحبال Actual load يجب أن يكون أقل في السمك أو في نوعية الحبال أو الاسلاك بكثير من الثقل اللازم للقطع أو الكسر للحبـــال breaking load وكذلك يجب أن تحسب جميع Stresses القوى المسلطة على الحبل أثناء عملية الرفع ولمعرفة المتانة والقوة اللازمـــة هــذا الفــرق في المتانــــة .

لتلك الحبال ولمنع وقوع الحوادث يجب أن تعرف أعلى متانة يتحملها الحبل ومن ثم يجب أن يكون factor of Safety المال أمان المال أمان

اعلى قوة أو متانة التالية : _ ممامل الامان للحبل = تصميمية لمقاومة قطع الحبل ممامل الامان للحبل = أقصى ثقل تشغيلي مامون

وكما ذكر سابقا أن معامل الامان بالنسببة للمعدات هو (٥) ومعامل الامان بالنسبة للاشخاص مو (١٠) · لذا وبعد معسرفة معامل الامسان المنبته فانذاك ممكن أستخراج أقصى ثقل تشعيلي مامون من نفس المعادلة السابقة ، يعتقد أهيانا بان وجود معامل الامان هو كقوة أضافية محفوظة ومن الممكن زيادة الثقل بنسب ممينة عند الحاجة ولكن عذا الاعتقاد خاطئ ويجب أن لايزيد الثقل المرفوع ومهما كانت الاسباب عن أقصى ثقل تشميلي مامون ومدسوب وذاك لان وجود معامل الامان هو لعدة أسباب رئيسية يتضمنها وهي : -

١ _ أن أهم فوائد عامل الامان هو لتقليل الثقل المرفوع عن الثقل اللازم للقطع وذلك لكي تتـــم السيطرة على سلامة الاجهزة وكذلك السيطرة يكون الممل عليها في مامن بالنسبة للاجهزة وكذلك على العوامل الاخرى المعرض لها الصلأثناء العمل

٢ _ أن روابط نهايات الحبل Fitting وكذلك الثبتات Splice مى ليست بنفس قوة ومنانة الحبال نفسها لذا فان معامل الامان يعطي

٣ _ في بعض الاحيان تسلط على الحيال قوى أضافية نتيجة العمل كرفع الثقل بسرعة أو تتمم عملية الرفع بتمحيل كبير وكذلك تأثير عزم القصور من المكن أن يعرف معامل الأمان من المعادلة الذاتي للمبال نفسها كتاثير الحركة على الحبل عند

بدء العمل من السكون Starting أو التوقف المفاجىء Stopping أو الاهتزاز أو الدوران أو الارتجاج.

إلى حالة رغع بعض الاثقال ذات الأوزان المختلفة وغير المضبوطة أو غير متاكد من مقاديرها فانذاك يكون معامل الأمان هو الذي يمطى هدذا الاختلاف •

ه ــ اتخطية الثقل الزائد المسلط أثناء شـــد
 الحبال واحتكاكها بالبكرات ء

٢ ــ لتغطية ثقل أو زون الحبال نفسها وكذلك ملحقات الرغع مثل هــوك hook وغيره وغيره عند ملاحظة العوامل المذكورة أعلاه يتبين أهمية معامل الأمان وتائيره على سلامة الاجوزة والعاملين عليها لذا يجب أن لايقلل مقدار معامل الأمان للحبال مهما كانت الاسباب وكذلك يجب أن لايرفنع بالحبال أكثر من الثقل التشغيلي المحسوب لها و اغرضس حساب الثقل التشغيلي المامون للحبال يجب أن يكون مقدار الثقل اللازم المقطع وكذلك معامل الامسان معنوم وحسب وتطلبات عول تلك الحبال وكدا فكرنا سابقا من المكن حساب الثقل التشعيلي المامون من المعادلة التالية : _

الثقل التشغيلي المامون = الثقل اللازم للقطيع المامون = معامل الامان S.W.L.

وهناك جداول قياسية عالمية لجميع أنواع الحبال ولمختلف الاقطار ( السمك ) ومدسوبة الائقــــال التشميلية لتلك الحبال بموجب الممادلة المذكــورة اعلام ولمختلف الاغراضس وكذلــك ممكــــــن

حساب الثقل التشغيلي للحبال من المعادلة التالية عند عدم توفر المعلومات الكاملة عن الحبال أو لعدم وجود جداول موضحة في ذلك

النقل التشنيلي المأمــون .S.WL = قطر الحبل × مطر الحبل × ٨

ويكون ناتعج هذه المعادلة بالاطنان ومن المفضل عند طلب شراء أي نوع من العبال الجديدة أن يطلب من المجهز تزويد الجهة الطالبة رسميا بكتاب يثبت فيه جميع الواصفات المطلوبة بما فيها الثقل التشغيلي والثقل اللازم للقطع .

شامنسسا ب

## ( ماريقة الفحمي المندسي للحبال المحديدية )

من اهم الأجزاء التي يجب أن تنصص أنناء العمل ومراقبتها في معدات الرفع هي العبال الحديديسة والمحقاتها وكلما زادت المراقبة والفحص كلما زادت سلامة الاجهزة والعاملين عليها وكذلك زادتكفائتها وبالتالي فان المردود الاقتصادي لتلك الاجهسزة بكين أكثر : وعليما هذاك بعض العراما، المؤنــــرة والتي يجب التركيز عليها اثناء الفحص منهسسا الاهتكاك ، السوفان ، الكلل التاكل ، أنفلات نهاية المبسل وغيرها ه كل هذم الموامل لها تاثير كسسر على مدة أستعمال الحبل وقوته ومتانته ، لذا بحب أن يفحص الحبل فحما دقيتا على الإقل مرة واحدة في الشهر ويجب أن يتم الفحص من قبل شخصي مسؤول له حق نقرير مدى مسلاحية الحبال للمل، أما بالنبية لمدة أستعمال الحبل فهناك مرق بسين استعمال الحبل بصورة مستمرة أو متقطعة لذا فمن المفضل أن يقاس عمر الحبل أو مدة أستعماله بعدد

ساعات معينة أو أيام أو أسابيع وخاصة بالنسبة للحبال المستعملة بصورة مستمرة وأن تبدل تلك الحبال باخرى جديدة بعد أنتهاء ألدة مباشرة وهذه الطريقة تجعل آستعمال الحبل والاجهزة في مامدن من المخاطر التي من المحتمل أن يتعرض لها أثناء العمل ومن أهم العوامل التي ذكرت أعلام والنسي تقرر مدى صلاحية الحبل للعمل هي : _

#### ا ـ الاسلاك المكسورة Broken Wires

أن أيجاد الاسلاك المكسورة في الحبال أثنها، الفحص الدوري لها يساءد على تقرير مـــدى صلاحيتها للعمل ولايعنى وجود سلك مكسدور أن يتطلب تبديل الحبل مكامله ولكن من المفضل أيجاده أو أكتشافه مبكرا حتى يمكن معالجة الموضيوع قبل أستعماله ومن المكن أن يستعمل الحبل حتبى ولو كان هناك أكثر من سلك واحد مكسور ولكسن على شرط أن تكون المسافة بينهما كبيرة وفي مسدده الحالة يجب مراقبة الحبال أثناء العمل بصلورة دقيقة وعند وجود مثل هذا السلك فمن المفضل أيضًا أن يعزل رأس السلك المكسور الى الخارج ويقطع جزء صمير بحيثيبقي بقية السلك في الظفيرة محصور وملفوف مع بقية الاسلاك لانه هنساك أحتمال أذا ترك مذا السلك أن يقوم بتخديش أو باخـر جديد في الحالات التالية: _

أ ـ أذا كان عدد الاسلاك المكسورة في الحبل (ج) فأكثر وفي مناطق مختلفة (في عدة ظفائر) ولكنها نقع كلها ضمن طول معين من الحبلل Rope Lay وهذه التسمية تعنى بطيول الحبل الذي تدور هيا الظفيرة الواحدة دورة كاملة

حول مدور الحبل نفسه وكما مبين في الشكل رقـم/ (٢٧٩) أو أذا كان هناك (٣) اسلاك مكسورة فاكثر ولكنها كلها تقع في نفس الظفيرة ولنفس الطـــول المحدد أعلاه فانذاك يجب أن يبدل الحبل باخــر جديـــد -

ب مد أذا كان هناك سلك مكسور أو أكتسر وقريب جدا من روابط الحبل Fittings وهذا يحدث عادة نتيجة ظاهرة الكلل والتي عمادة نتمركز في تلك النقاط فانذاك يجب أن يبدل الحبل بكامله أو تبديل الروابط مع قطع طول من الحبسل يقدر من (٨-١٨) قدم وذلك لازالة المنطقة المعرضة والمتضررة بظاهرة الكلل Faligue .

ج_أن أنكسار احد الاسلاك الخارجية للظفائر هو شيء محتمل حدوثه أثناء العمل ولكن عند أيجاد أحد الاسلاك المكسورة في داخل الحبل أو في الاسلاك الداخلية للظفائر فانذاك يجب أن يبدل الحبل لان ذلك يعني أن السلك قد كسر نتيجية ظاهرة الكلل وهذا بدوره يؤدي الى قطع الحبل أذا أستمر أسيستعماله •

## ٢ ... ( سوفان الاسلاك أو قشطها )

أن أسلاك الظفائر ذات مقطع دائري عنسدما تكون جديدة ولكن مع شدة الاستعمال وطول المدة فان السطح الخارجي للسلك يبدأ بالسوفان وذلك لامتكاكه بالبكرات أو أسطوانة اللف وغيرها ويأخذ شكلا مسطحا ويزداد ذلك الى أن يصبح السلك تغطعة معدن (شريعة) مستطيلة الشكل ويظهر ذلك بوضوح عند أجراء الفحص الدقيق على الحهال المحديدية لذا يجب تبدل الحبال عند سلوفان أو فقدان آكثر من ( ٣/١) قطر السلك

#### ٣ _ ضمور قطر الحبل

#### Reduction in rope Diameter

ان اي علامة او اشارة تدل على نا الدبال الحبال الحبال و حال سمكة فانها تدل على ان الدبال أصبح غير صالح للاستعمال وهناك عوامل عديدة تؤدي الى هذه الظاهرة منها الاحتناك الشاديد للاسلاك الفارجية او هناك تاكل خارجي أو داخلي للاسلاك أو عدم ارتكاز او انتظام النافائر علىمرئز الحبل بصورة جيدة وهناك نقطة يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار وهي عند أستعمال الحبال الجديدة فانها تستطيل بنسبة ضئيلة وهذا طبيعي وتذلك قدار الحبل سوف يضمر أو يصغر بننس النسبة وطبعا عدما تسلط عليها قوى خارجية ولئن من مسرور عندما تسلط عليها قوى خارجية ولئن من مسرور يصغر بنسبة كبيرة وانذاك يتطلب تبديل الحبل سوف يصغر الدبل سوف الاستعمال فان قطر الحبل سوف يصغر بنسبة كبيرة وانذاك يتطلب تبديل الحباريات

ا سه للحبال ذات الاقطار الصغیرة والی هسمه د (۱۰) أناح على متدار المامور یور أن لابرید عار به ۱۲/۱۶ انسلم

ب ـ للمبال ذات الاقتلار الممددة بين ۸ ۷ انج و ۱/۱ انسج يجب أن لايزيـــد عدد عدد المراد المددة بين ۸ ۷ اندج بيات المراد المددة بين ۱/۱۶ اندج بيات المراد المراد

ج للمبال ذات الانتظار المصددة بسين الان النج و ۱/۲ اندج يجب ان لايزيدد عسان ۲۲ بر السيج - ۲۰ بر السيج - ۲۰ بر السيخ - ۲۰ بر الس

#### ٤ _ أستطالة الحبال الحديدية

Rope Stretch
أن الاستطالة الشديدة الحبال الحديدية هـــي ظاهرة غير مرغوب فيها اثناء العمل وكما ذكسوب

سابقا فان الحبال تستطيل في بداية استعمالها وهذا شيء طبيعي وذلك بفعل شد الاسلاك أثناء التحميل أو شد الظفائر أو أستطالة المركز نفسه لذلك فسأن الاستطالة المحددة بطول (٦) أنجات لكل (١٠٠) قدم طول من الحبال المتكونة من (٦) ظفائر تعد متبولة وكذلك الاستطالة بمقدار (٩الى ١٠) أنجات لكل (١٠٠) قدم للحبال المتكونة من ٨ ظفائر أيذا للله (١٠٠) قدم للحبال المتكونة من ٨ ظفائر أيذا تعد مقبولة وأذا زادت عن المدود المذكورة أعلاه حينئذ وجب تبديل الحبل باخر جديد لان الاستطالة غير الطبيعية أو التقلدي الشديد في سمكة هي دلالة على أن الحبال بدأت تفقد قرتها ومتانتها واحبحت غير صالحة للاستعمال ٠

#### Corrusion J_STIL_0

هذه الظاهرة هي الخطر انواع الظواهر التسبي تستوجب ملاحظتها بدقة اثناء عمل الحبسال لان التاكل عادة يبدأ من داخل الحبال أو من الاسلاك الداخلية ومن ثم يظهر على السطح الخارجسي للاسلاك لذا لايمكن تقدير الاضرار أو نسبة التلف بالنسبة للدال وحورة هضيوطة وهذا مها يزيد سبة خطوره استعمال الجبال المعرضة للتاكل ومن المئن ملاحظة رجود ظاهرة التاكل ومن تبديل في لون السان أر وجرد تنقر راضح أو ظهور وجود صدا شديد وخاصة فرب روابط نهايسسات لحيل إذا يستوجب غصى العبال بدنة الحيال بدنة الحيال الدالة المناسبة وخاصة العبال بدنة

## ٦ ـ التزيت غير الواني

#### Insufficient Lubrication

يجب التاكد من أن التزيت ملائم وكافي للحبال وعادة يزيت الحبل بواسطة تشبيع المركز بالزيرت

أو الشحوم وذلك لان الحبال اثناء العمل تتعرف لمختلف الناروف ويبدا المركز بفقدان كثير من الزيوت أو الشحوم بتيجة الاحتكال وغيرها من العوامل لذا يجب أن تفحص الاخاديد الوجردة بين الظفائر لان تلك الاخاديد ومن خلال عمل الحبال تمسلا بالاوساخ أو الشحوم ذات الكثافة النقيلة ولاتسمح بالزيوت أو الدهون بالنفاذ الى داخل الحبل لدذا وجب تنظيف وقشط الاوساخ أولا من الحبال ومن ثم تغطى بدهون ساخة نسبيا لتنفذ الى داخلل الحبال ومن الحبل ثم يترك الحبل ليبرد وبعدها يعاد استعمال تاك الحبال أم يترك الحبل ليبرد وبعدها يعاد استعمال تاك الحبال أم

٧ ــ الروابط والمثبتات المهابات المعال المعال المحال المعال ومن جماتها الرواب النهايات الحوال المحال ومن جماتها الروابط أو النهايات الحوال لذا يجب أن تفحص تلك الروابط أو النهايات من أي نوع من أنواع السوفان أو الكسر أو الفعلاليات من أي أو الاعلاليات المياه أو الاعلاليات المياه أو الاعلاليات المياه أو الاحلال المياه الكلاليات المياه أو الاحلال بشكل غير نظامي وغير جيد محا تربط على المعال بشكل غير نظامي وغير جيد محا المثبتات مما تضعف من مقاومة ومتانة المعال وي حالة وجود أي من المالات التي ذكرت أعلاه غاله علي يجب رفع أو تبديل تلك الروابط باخرى جيدة وأن يجب رفع أو تبديل تلك الروابط باخرى جيدة وأن تربط بشكل صحيح يؤمن عملية الرفع بحسد وية مسليمة أو سحيح يؤمن عملية الرفع بحسد وية الميلاد مليمة أو التحال التعالى النفائر مع بعضها

# Crushed, flattened or jammed Strands

يجب أن تبدل الحبال عند وجود أي ظاهره عن عده

الظواهر والتي ممكن ملاحظتها ننسحق أو تهاكسم النلفائر أو تغير شكل الظفائر من مستديرة الـــي مسطمة أو التصال الظنائر مع بعضها بصورة غير سحيمة نل هذه الحالات غير مرغوب فيها وخطرة وهمكن حدونها وخاصة عند لف الحبال علـــــى Drums لحدة طبقات وممكن الاسطو انات ملاحظة تاك الحالات على الحبال التي تحتوي على أسارك كنيرة فمثال حبال نوع (٣٧٣٦) أي منكونة وعادة تناون هذه الاسلاك سغيرة القطر وهمسذه المنفة تزيد من مرونة الحبال ولكنها في نفس الوقت تكون معرضة ناسحق اثناء لف الحبال لعدة طبقات لذا يجب أن تستعمل في هذه الحالة حبيسال ذات السائل تأياة وغدار كبير كما في نبوع (١٩٢٧٦) و نسي نفس الوقت يجب أن يزداد حجم البكرات وكذلك اسطوانات اللف والانتعرض الحبل الى ظاهمموة الكلال · (fatigue) نتيجة الحنى المستمر (bending) ولكن من الممكن تقليل خطورة هذه الظاهرة باستعمال حبال ذات مركز سلكي IWRC حيث أن هذا المركز يساءد ويسسند الظفائر أثناء عملها على البكرات وغيرها وممكن حدوث هذه الظاهرة أيضا عندما تنفرد أحسدي الحالة سوف تسلط قوى أكبر على بتية الظفائسسر وبالتالي فأنها سوف تتعرض للسوفان أو السحق م الأد إسيا

Different Cases علات مفتافه م

بالاضاغة الى الحالات التي ذكرت أعلاه فهناك حالات أخرى يجب أن تالحظ وهي وضعية المركـــز

﴿ غَانَ أَي كَسَرُ أُو سَحَقَ فِي المَرِكَرُ يَتَطَلُّبُ تَبْدِيسَــلُ الحبل أو أن الحبل قد يصيبه الضرر نتيجة تعرضه للحرارة العالية كمرور تيار كهربائي أو قربه مسن شعلة نارية أو غيرها مما تؤدي الى تلف الحبـــل وكذلك عند رفع ثقل أكثر من المقرر ويزال الثقل هجاءة وكرد غعل لهذه العملية فأن الاسكلاك والظفائر النفات في أتجاهات مختلفة طبعا يجب أن يالحظ سرعة عمل الحبال لان هذه العملية تزيد من حالة سوفان الحبل وكذلك تزيد من الاحتكاك وفسى نفس الوقت يزداد الضغط على البكسرات أو أسطوانة اللف وعند غصص الحبال يجب أن تفحس خميم الحبال المتحركة منها أو الثابنة وكذلك القسم الملفوف على الاسطوانة لانه وفي بعض الاحيان الاسطوانة لمدة طويلة بدون أستعمال ومن البديهي عند تبديل الحبال باخرى جديدة يجب أن تكون بنفس القطر وبنفس المواصفات ومن المفضل دراسة مشكلة التبديل لكي يتم أغتبار عبل ذر مواصنات أذري متارمة الظواهر التي سعت تندل الحسل والمتيرا يجب أن تفحص أي نقله ندف وحسب تتدير الفاحمي الهندسي والمؤثر على متانة الحبال وعملها لكي يزيد من ساغات عمل الحبال ويصسبح العمل بها أكثر أحامتنانا -

الاشكال رقم «۲۸۸» و (۲۸۹) و (۲۹۰) تمثل معظم الدالات والظواهر المذكرة أعلاه - تأسيعا معلومات عامسة

١ ــ مقاومة الحبال الحديدية للكال نتيجة الحني المستنار

لقد سبق وأن تم نسرح هذه الظاهرة ومسبباتها

وتأثيرها على قوة الحبال المديدية وهناك بمضس العوامل التي تؤثر بصورة مباشرة على هذه الظاهرة واهمها علاقة نسبة تطر الحبل الخارجي أو نسبة قطر السلك الى قطر البكر الداخلي وتعرف هـذه النسبة D/d حيث D هو القطر الداخلي للبكرات والمقاس بين نهايتي أخدود البكرة وان له تمثل القطر الخارجي للحمل تتراوح هده الندبة (1/4) ال(1/4) ال(1/4) وأن ماء (B.S.) وأن ماء الندب نعطي تنوة تحمل وعمل مقبولة للحسسال بالاصافة الى التصميم الاغتصادي للمعدات الاخرى المكملة العملية الرفح وتنطبق هده ايضا عندما تكون سب التطر الداخلي للبكرة الى القطر الخارجي للسلك بحدود (٢٠٠) ولزيادة قوة تعمل العبـــال ممكن زيادة النسبة الاخيرة الى (٥٠٠) وبالتالسي غان نسبة D/d ايضا سوف نزداد من (١/١٤) التي (١_{/ ٤٠}) (B.S.) (١

# ٢ ــ علاقة طريقة تركيب أو لف الظفائس في الحبال بقوتها ومتانتها

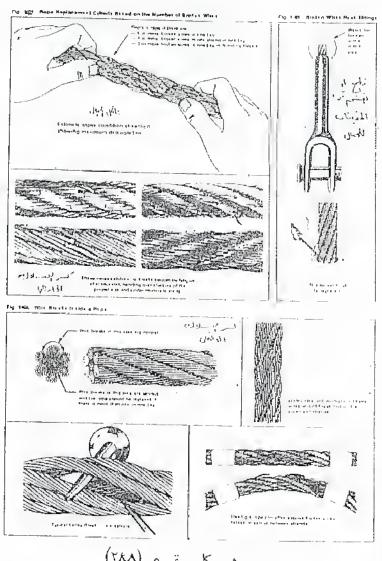
Comparison of rope Construction

لقد ذارنا سابقا حول انواع المغرق المستعملة في المخائر أو الحبال وتأثيرها على قوة أو متانك الحبال وتحملها للعمل او مدة استعمالها وتشاهد في الشكل رقم ٢٩١ لـ علاقة طريقة لف الظفائد في الحبال مع متانة أو مدة أستعمال الحبال وعلاقتهما بمعاهل الامان ويلاحظ أن هناك زيادة في مسدة استعمال الحبال الحبال المسدة أمتعمال التي تلف بطريقة في الحبال التي تكون الظفائر علفوفة في الحبال وعي المطريقة التي تكون الظفائر علفوفة في الحبال بنفس الانجاه التي تلف الاسلاك في الظفائر أما الطريقة الاخرى وهي يكون لف الاسلاك في الظفائر أما الطريقة الاخرى وهي يكون لف الاسلاك في الظفيرة

بعكس أتجاه لف الظفائر في الحبال أما الشكل رقم (۲۹۱ میمثل تاثیر نوع الرکز Core معلی قوة الحبال غمن المعلوم أن هناك نوعان للمركسر

# ٣ ـ تمدد الحبال المديديـــة Elongation

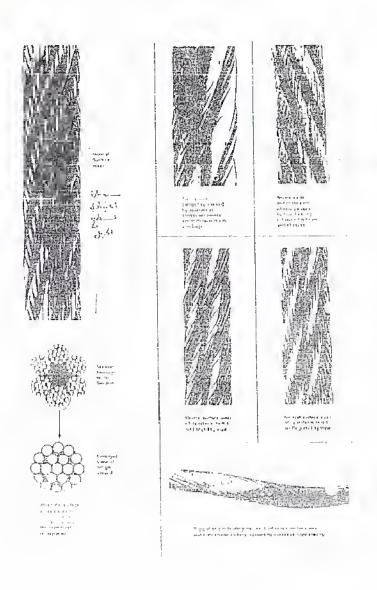
من الطبيعي عند أستعمال الحبال الحديديــة أن



نسکل رقام (۲۸۸)

وهما سلكي (IWRC) ونسيجي (Fiber) يحدث فيها تمدد بمقادير معينة وعادة تحسب تلك من هذه الحبال ، ويحدث التمدد بسببين أولهما أن يكون التمدد الدائمي والطبيعي للحبال تحت تأثير

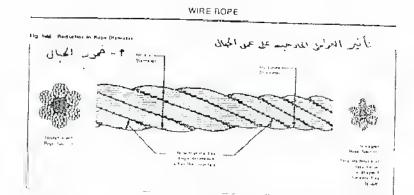
والشكل ببين بان الحيال ذات الركر السلكي تكون المقادير وتؤخذ بنظر الأعتبار عند تصميم أي نوع أقوى بنسب قليلة من تاك الني يكون مركب زها

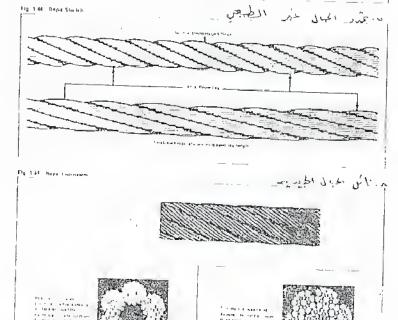


دستل رهم (۲۸۹)

الحباء الى طرله الاصلي عند رفع تلك الاتقسال وهاك عرامل أخرى تؤثر على تمدد الحبال منها درجة الحرارة وسوفان الحبل نفسه أو عند رفسع انتنا، أكثر من المقرر وأنذاك يخرج عن مرونتسه الاصلية ريسبح التمدد دائمي Plastic extension وهناك بعض السب المقبولة في تمدد الحبال وتعتمد

وزن الحبال أو وزن الاشياء الاخرى المعلقة بسا أو بتاثير طريقة تركيب الحبال ويتم استقرار الحبال عادة على تمدد معين ومعلوم ، أما التمدد الاخر فيحدث نتيجة رفع الاثقال بواسطة تلك الحبالويتم التمدد ضمن مرونة الحبال نفسها بحيث يرجسم





شکل رقسم (۲۹۰)

نسبة الزيادة الى طول الحبل

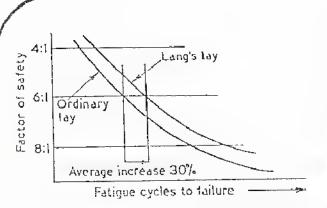
1.375

1.000

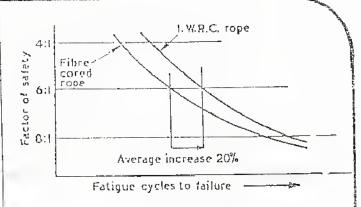
7.8

على الاثقال المرفوعـــة : ـــــ نوع الثقل المرفوع

أنقال خنيفة Light loaded أنقال خنيفة أو أعتيادية حسب التصميم . Normally Loaded . آئقال ثقيلة Heavily Loaded



Comparison of 6 % 19 (12/6 + 6F /1) ordinary and Langs lay



Comparison of fibre core and LW.R.C.

فُمُن أعتبارات معينة قياسية منها: ــ أ ــ أن يكون الاخدود على شكل قوس دائري

ا ـــ ان يكون الاحدود على شكل قوس دانري وان لايقل طول القوس عن ١٢٠ درجة . أن كريز بارات الدريسات

ب ساأن يكون نصف قطر الاخدود اذار بنسبة بالا من نسف شطر الحبل وان لانفل باي حال عن درً من نصف القطير .

ج _ يجب أن يكون عمق الاحدود للبكرات مرة وسنف على الأقل بتدر قطر الحبل وأن يكون أهلس وبحالة جيدة .

ه _ يجب أن يكون نصف قطر الاخـــدود الاسطوانات بقدر نصف تطر الاغدود للبكــرات ويجب أن يكون عمن الاخدود للاسطوانات لايتل عن لا قطـر الحبـل

د - أن الأخاديد المتجاورة في أسطوانات اللف محممة على أن يكون هناك فراغ بين المفدود واخر أو مجال لكور يسمح لعملية اللف أن تتم بحسررة مضبوطة وتختلف تلك الفراغات تبعا لقطر الحبل ،

شكل رقسم (٢٩١) أثقال ثقيلة مع انحناءات أو تغير في المسار ٣/ ضمن أع Heavily Loaded with many bends on deflections

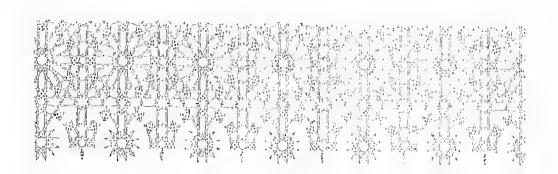
ومن الممكن حساب التمدد الحاسل ضمن مرونه الحبال نفسها عن المعادلة التالية : __ ملم أو ( قدم ) - كلف جالتمدد Streich عيث أن W مي مقدار الماتل المرفوع (كامم) أو طارن) .

هان ما هو طول الحبل (قدم) أو (ملم) وأن ٨ هي سياده عقط المدبل (آنيج سين) أو (ملم مربيسيم)

وأن ع هي معامل التمدد Young modules وتكون ( كغم/ملم) أو دأن إلنج ولمسهولة استعمال المعادلة المذكورة أعازه تستعمل المساحة الكايسة للمقطع حيث أن من المعاوم أن مقطع الحبل غسير متجانس بصورة كاملة لذا تؤخذ المساحة على أعتبار أن المقطع متجانس وبعد قياس قطر الحبل الخارجيء

ه سا تصميم الخاديد البكرات أو اسطوانات اللسام
 تحميم أخاديد البكرات أو اسطوانات اللسام

ا _ أن تكون الفتحة بقدر ١/١٦ انسج الدبال فات قطر  $\frac{1}{1}$  انج  $\frac{1}{1}$  انج  $\frac{1}{1}$  ذات قطر  $\frac{1}{1}$  أنسج  $\frac{1}{1}$  انج للحبال ذات خطر  $\frac{1}{1}$  انخ  $\frac{1}{1}$ 



1			
7			

# الفعيل الرابع ٥٥

اولا حدواص المصادن النيا اللهام النيا اللهام اللهام بالقوس الكهربائي اللهام اللهام بالقوس الكهربائي رابعا السلاك اللهام بالقوس الكهربائي خامسا حموابط عملية اللهام بالقوس الكهربائي سادسا اللهام بالفام بالفوس الكهربائي سادسا اللهام النهام المهربائي المام الما

أحد عشر ـ أزالة ألْجهـــد

ALLOY Copper + Zinc -> Brass Copper + Nickel = Monel Copper + Tin -> Branze

> أولا - خواص المسادن أعداد المهندس ــ على أحمد مصطفى حماد المعدم

تتكون المواد المستخدمة في المسناعات الهندسية غالبا من المواد الصلبة ويمكن تقسيمها الى فرعين رئيسيين: ــ

Metal -: Decise of the man معادد عالمديد الزهـ ] . الحديد ومركباته : _ كالحديد الزهـ _ ] Cast Steel والحديد الصلب Cast Steel والمطاوع Mild Steel .

٢ ــ مواد غير مديدية : ــ كالنماس الاممـر كالمهار والغماس الاصفر والالمنيوم والقصدير ءء العخ إ Non-Metal acciuma colo - () وتشمل كل من الواد الطبيعية والمنتجاب الصناعية يزهب كالخزف والزجاج والبلاستك / خوأص المعادن الغيز بالنية /

نتميز جميع المعادن باي من الغواس الاتبة :ــ Elasticity _ : ILLL At #

اذا تعرض جدم لتوة ما فه : أزالة هذه القوة يعود الجسم الي طبيعتب الاصيلة ولذلك يتصف بالرونة

* اللدونسية : _ Plasticity *

لايعود الجسم اللدن السي طبيعته بمد أزالة القوة المؤثرة عليه وقد يتحسول الجسم عند زيادة القوة المؤثرة من حالة المرودة الكاملة الى حالة اللدونة عجأة على الاخس بالنسبة

للصلب والحديد المطاوع .

ويمكن القول بان هذه المواد لها نقطة أنسسياب أر نقطة خضوع Yield point واضحة وتتميز بعض المواد الاخرى كالخشب والخرسان والمديد الزهر بخليط من المرونة واللدونة هتى في حالات القوى الصغيرة ولكنها لاتظهر درجة أنسياب كبيرة محت مانير الموى المرتفعة كما مو الحال في المواد

السحب والمتانة المرق أو السحب والمتانة ¥

Ductillity & Strength

تعتبر قابلية السحب أو الطرق أحدى مسور Ferrous اللدونة وهي الصفة التي تسمح للمعدن بتحمــل التغيرات الكبيرة مع أستخدام الدرارة أو بدونها وذلك مع أعتماظ هذه المعادن بجزء كبير من قوبها وهي الصفة الهامة في عمليات صناعية كثيرة منهبا اللحام وسحب الاسلاك والانابيب وغيرها وتتناسب درجة تابلية سحب أي ممدن بنسبة التمدد المئوية والانكمائي في مسلعة متبلم التبلعة تحت الاعتبار وتعطى الماءن التليلة للسحب والتي تعتاج لاجبادات ويلسزم بسنال مجهود كبسير لكسسر المواد المتينسسة م ويمكسن تعريب المتانسية بأنهسا القدرة على مقاومة الكسر عند تعرض المعدن لصدمة مفاجئة Toughness أو لثني او التواء،

Wicifeability - L

وهي صورة أخرى من صور اللدونة والتسي السمح للمعدن بال Rolling أو الطرق بسهولة الى صفائع رقيقة ، فالرصاص مثلا معدن قابل

1-0-

Sax

Bit

Chour.

﴿ (مِعَدَارِ الْمَدِّرِ ) = ﴿

نستطيع تحديد مقدار التمدد ، فمثلا فضيب حديدي طوله ١٢ متر عند تسخينه الى ٤٠ درجة مؤويـــة يتمدد بمقدار ١٢٠ر×١٢×٤=٢٧ره ملم ، ومعامل التمدد الطولــي للنحاسس يســـاوي ١٨٠٠٠٠٠٠ و هكذا فالمعادن

غير الحديدية تتمدد بالتسخين بنسبة أكبر ويجسب

اخذ هذا بعين الاعتبار عند لحام المعادن • * دوام المسلاحية Durability

يستحسن غالبا وفي اثناء استخدام قطعة منتجة الا تتغير صفات المعادن المكون منها أجزاء القطعة فقد تتعرض هذه الاجزاء لحالات مدمرة مشكل التاكل الذي يهاجم الصلب والحديد أو مثل نمو البكتريا التي تهاجم الاخشاب فتفسدها • ولذلك يجبالاخذ في الاعتبار دوام صلاحية المعادن المختلفة الداخلية في صناعة أجزاء المنتجات •

* قابليـــة الكســـر

يعرف المعدن بانه قابل للكسر Brittle أذا أنهار تحت طرقه أو صدمة مفاجئة ويكون مقطع الكسر مستوى وناعم مثل الحديد الزهر ...

Hardness × المسلادة

مي مقاومة المعدن للاختراق أو للخدوش بواسطة جسم أخسر •

* مقاومة التاكل أو عوامل التعرية

Wear resistance or resistance to corrosion يعرف المعدن بأنه مقاوم للتاكل أذا لم يتعرفس للانهيار تحت الظروف الجوية وألمواد الكيمياوسة ولفترة طويلة .

للانسياب كما أنه قابل للطرق الا أنه غير متين .

Tenacity كالتماسك ★

هو مقاومة الكسر تحت تاثير قوة شد ويتعسرف على هذه الصفة بقيمة اقصى مقدرة أو طاقة تحمل المعدن •

* قابليــة الانصــهار Fusibility

وهي الصفة التي يتحول بها المعدن الى حالمة السيولة بعد تسخينه الى درجة معينة ، هذه الحسفة الها أهميتها في عمليات اللحام وسبك المدن ،

* قابليـة التوصيل الكهرباني :

هي قدرة المعدن على توصيل الكهرماء

التمدد الحراري المعدن:

ويتعدد بمعامل التمدد الطولي والحجمي للمعدن ومعامل التمدد الطولي للمعدن هي مقدار الزيادة النسبية في طول قصيب من المعدن عند رفع درجة حرارته درجة واحدة و ومعامل التمدد الحجمي هو مقدار الزيادة النسبية في حجم جسم ما من المعدن عند رفع درجة حرارته درجة واحدة ويمتبر المعامل الحجمي للتمدد مساويا ثلاثة أضعاف معامل التمدد الطولي وللمعادن المختلفة معاملات تمدد طولية مختلفة م فعلى سبيل المثال يكون سعامال التمدد الطولي للصلب مساويا ١٢ ٥٠٠٠٠ وهذا يعني أن قضيها من الصلب طوله متر عند تسخينه درجة حرارية واحدة يتمدد بمقدار ١٢٠٠ ملم وعند تسخينه مائة درجة يتمدد بمقدار ١٢٠ ملم م

مواصفات المدرن Specification

يجب أن تخضع صفات المادن الطبيعية منها والميكانيكية لمقاييس أو مواصفات معترف بها واذلك فمن الضروري أجراء تجارب على عينات المسادن

ب ـ درجة أستطالة مرتفعة نسبيا ج ــ أقل تحديد في أتجاه مجاميم البلسورات grains وتعتبر هذه الصفات أهم من تحديد قوة تحمل المعدن في الشد .

666

ပြဲ ဥဝႆ ၇ ဝႆ



المائية اليائلية

المالة الصلية

الداللة الغازيلة شکل رقام ۲۹۲

لتعطى نتائج يمكن مقارنتها بهذه المقاييس الثابته حتى يمكن النثبت من صلاحية هذه المسادن لاي غرض معسسين 🕶

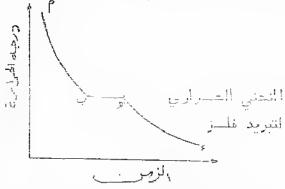
وعند تحديد الخواص التي يجب أختبارهــا عالمعدن يجب أعتبار العوامل الانية :ــ

١ ــ طبيعة استخدام المعدن والاحتياج الــــى معرفة أقصى اجهادات يمكن أن يتحملها بامان -

٣ _ الاحتياج الى لجراء بعضائوا ع الاحتبارات بدون تدمير القطعة تحت الاختبار مثال ذلك أختبار صلاحية وصلة لحام لم لمرفة جودة ومتانة رصلة Hydrostatic or Proumatic Test + pl all ٣ _ دراسة طرق صناعة الاجزاء الطلوب أختبارها

مثال : _ يجب توفر الصفات الاتية في معدن الالمنيوم النقي والمستخدم في عمليات الكبس أ _ بل_ورات دقيقة

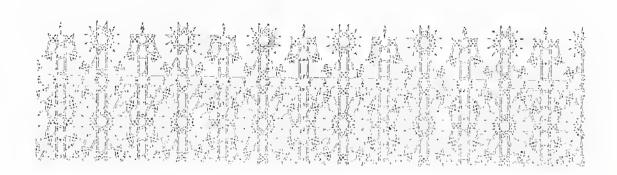
الفازات في الحالة المنصهرة ( السائلة ) ع تختلف الفازات وهي في الحالة الغازية عن الحالة السائلة وعن الحالة الصلبة من حيث طاغة ذراتها (طاقة الحركة ) والشكل رقم٢٩٢ يبين صورة مقارنة



ئسکل رقےم (۲۹۳) بين الحالات الثلاث وعند تبريد غاز في هالــــة السيولة فان الذرات تبدأ تدريجيا في فقدان طاقة عركتها مع أنخفاض تدريجي في درجة الحـــرارة ومن شكل المنصني الحراري لتبريد أو تسخين غاز

نجد أن التبريد في الحالة السائلة يتخذ المنحنى أ بحيث يصل الى درجة تجمد الفلز حيث تبدأ بدور أنباتات من مجموعات من الذرات في أخذ مواضعها بالنسبة لبعضها حسب التركيب الهندسي لخالايا الفلز ، وباستمرار التبريد تثبت درجة الحرارة لفترة صغيرة من ب الى جوهي الفترة اللازماة لتحول السائل الى صلب وهي ماتسمى بالحرارة الكامنة وفي هذه الفترة تتمو فيها الانباتات التي

بدأت عند النقطة ب ويستمر نمو البلورات حتى تبدأ في الاصطدام بالبلورات المجاورة النامية ، فتتوقف كل منها عن النمو ونتحد بذلك مدودها مع جاراتها من البلورات الاخرى عند أنتهاء التبريد وبذلك نصل الى النقطة ج وبعدها تبدأ درجة المرارة في الهبوط بالتدريج حتى يصل الفلز الى درجة مرارة الجوالة و المنحني ج د ٠



## ثانيا :ـ عرض عام لاساليب اللمام ٥٥

# أعداد المهندس / على المهندس الماد مصطفى الماد ا

نشأ اللحام مع النشأة الوليدة المستناعة حيث كانت الرغبة دائما في وصل قطعتين من نفس المعدن أو من معدنين مختلفين كاسلوب هام مسن اساليب التصنيع ولقد كانت هناك خطوات كبرى في تقدم فن اللحام هنها اكتشاف لحام الحديسد بواسطة النحاس واكتشاف اللهب الاوكسي استيلين واكتشاف القرس الكهربائي واخيرا اكتشاف اشعة لسين

ويمكن تقسيم عمليات اللحام تبما لاعتبارات كليرة منها درجة الحرارة – الضغط – مدن المليء مهم المنخ غير أن التقسيم المفضل دائما والذي يقسم أنسواع اللحام الى نوعين أساسيين هما: –

أ ـ لحام المسير المناه الماه الماه الماه المناه المناء المناه المناء المناه المناء المناه ال

اما اهم خصائص لحام الضغط هـــي عدم استخدم معدن للمليء مع الاستعانة بضغط مناسب لتكوين وصلة اللحام • مثال ذلك لحام النقط ولحام الشريط ولحام البروزات projections ولحام

ن لحام الضمط غالبا مايكون تيار كوربائي . إلى لحام الضمط غالبا مايكون تيار كوربائي . إلى لحام الصهر Fusion Welding

۱ ــ القوس الكهربائي، Arc Welding

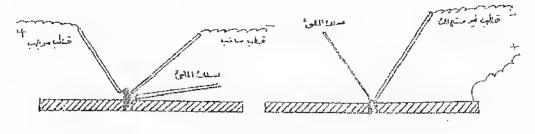
في أحام القوس الكهربائي نستخدم الحرارة المتولدة من التفريخ الكهربائي بين قطبين كهربائيين للوصول بالمدن لحالة السيولة الكاملة ، وفي أغلب دارق اللشام بالتوس الكهربائي تكون القطعسة ألمراد احامها جزء من دائرة كهربائية تسمى دائرة اللحام ويكون مصدر الدائرة لها مولد او مصحول كهربائي : ويوصل قابلو حامل للنيار الكهربائــــي بالقطعة المراد لعامها والقابلو الاخر يوصل بماسك الكتروك اللحام وعدد توصيل الدائرة الكهرباليب أأ تنطلق شرارة كهربائية وينخذ القوس الكهربائسي طريقة بين القطعة والالكترود (سلك اللحام) ويتحرك المقوس الكبربائي على طول القطعة المراد لحامها هيث يعمل على أسالة وتذويب المعدن بدين طرفي القطعة بدوام تقدمه مولقد اصبح القوس الكيربائي واحد من اعظم المادر التجارية للحرارة والدذي يستطيع اذابة المعدن مباشرة بعجرد مرور القدوس الكهربائي عليه ٠

الكيميائي ،

وهناك عدة طرق معروفة لاستعمالات القوس الكهربائي في اللحام ، غير ان كل واحدة منها لها ميزتها الخاصة ومع ذلك فجميع هذه الطرق تشترك في مشكلة هامة واحدة وهي محاولة عزل وصلح اللحام عن الجر المحيط بها ،

لل فمثلا في لحام الصلب نجد ان الصلب المنصور له قابلية كبيرة لامتصاص الاوكسجين والنتروجين فاذا كان القوس الكهربائي وحوض المعن المنصور متعرض للجو المحيط اثناء عملية اللحام فان وحسلة اللحام تلتقط الاوكسجين والنتروجين مكونة اكاسيد ونيتريدات في الوصلة وهذه الشوائب من النيتريدات

قطبين من الكاربون أو بين قطب من الكربون والقطعة مكونا حوض من المعدن السائل وأذا كانت وصلة اللحام تتطلب معدن للملى، فأنه يمكنان استعمال سلك من المعدن لهذا الغرض وهو في هذه الحالة لايدخل في الدائرة الكهربائية للقوس ولكنه فقط ينصهر في حوض المعدن وبتأثير درجة حرارة القوس وهذا النوع من اللحام لايمكن استخدامه في الوضع الرأسي أو الوضع العلوي وتستخدم عدد من المواد لعزل وتعطية القدوس عن الجوالمورد على هيئة مسحوق أو فلكس أو عجينات من مواد كيمياوية لها صفة مختزلة من المواد كيمياوية لها صفة مختزلة من مواد كيمياوية لها صفة مختزلة من مواد كيمياوية لها مند كيمياوية لها من مواد كيمياوية لها ميكون المياوية لها ميكون المياوية لها ميكون الميكون ا



شکل رقم --۲۹۶-

والاكاسيد تجمل وصلة اللحام هشة وضعيفة و ولكن على المموم اذا استطعنا التفلب على عزل وصلة اللحام عن الجو المحيط اثناء عملية اللحام فانه يمكننا الحصول على وصلة جيدة تكون في متانة المعدن نفسه او اكثر متانة منه •

لله المقوس الكربوني Carbon are welding في هذا اأنوع يكون الاليكترود عبارة عـــن عمود من الكربون ويتكون القوس الكهربائي بـــين

ولحام القوس الكربوني يستعمل بصليقة خاصة مع المعدات الاوتوماتيكية ٠

لل ويمكن ايضا استخدام القوس الكربوني في القطع اذا كانت دقة القطع غير هامة او بالنسبة للوصلة التي لايمكن قطعها بواسطة عمليات القطع بالناز ه

وفي هذا النوع يمكن استخدام تيار متردد او تيار مستمر حسب ظروف العملية وفي حالـــة (جاندو (متنادب) AC Alternating Current عار متردد (متنادب) DC Direct Current

استخدام نيار مستمر نجد ان القطب الموجسب يتآكل بسرعة اكبر من تآكل القطب السالب نتيجة لكون الحرارة تتكون عند القطب الموجب ، اما في النيار المتردد فان القطبين يتآكلان بنفس المعدل ومن عيوب القوس الكربوني انه توجد خطرورة ازدياد نسبة الكربون في وصلة اللحام .

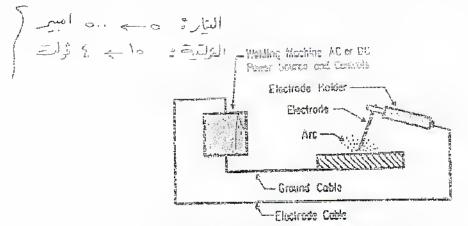
* لمام القوس ألمدني Metal Arc Welding

في هذا النوع يكون القوس الكهربائي بسين اليكترود معدني مستهلك وبين قطعة العمل وتصل درجة حرارة القوس الى سبعة الاف درجة مئوية هتمهر كل من معدن القطعة ومعدن الاليكترود وتتكون كرات صفيرة من المعدن المنصور • وقرة الاندفاع لتيار القوس هذه بين القطب السااب والقطب الموا القوس عن التي تجعل من لحام القوس والقطب المحام القوس

المعدني امكانية اللحام في الوضع الرأسي او الوضع العلي المادني العالم وي ، (عvenhead position)

ويعطى ممدن الاليكترود بواسطة مواد كيمياوية تحترى من حرارة القوس حيث تتكون سحب من الفازات تعمل على تعطية القوس وعوض المعدن وتعزله عن الجو المحيط وبهدده الطريقة نمنع المعدن المنصهر مدن الاتحاد بالاوكسجين والنتروجين وكما بالشكل رقم ٢٩٥٠

ويجب ملاحظة أن يكون القوس الكهربائيي قصير لحد ما لتفادي الاكسدة والغازات المضيرة، ويجب أيضا الا يكون القوس قصير جدا ويتوقف ذاك على عوامل كثيرة منها نوع القطب وغطاؤه ويتراوح التيار الكهربائي المستخدم في القوس من ٢٠ الى ٥٠٠ أمبير أو أكثر ويتراوح فرق الجهدة من ١٥ الى ٥٠٠ فولت حسب سمك غطاء القطب ٠



In are moletage, current flows through the uniting electrode, fungs the gase to the weekplock, and then return to the source. The use that natural in the gap conside the hart for moletage the model.

نسکل رقیم (۲۹۵)

* لحام القوس المدني الفاطس Submerged-arc Welding

يستعمل في هذا النوع نامل مساعد على هيئة عبيبات على منطقة اللحام ويضرم القوس—
الكهربائي بين سلك معدن الملىء وبين معدن القطعة ويقع القوس في هذه الحالة تحت سطح العامل المساعد ولذلك يسمى بالقوس الغاطس وفي الفالب يستعمل هذا النوع مع اللحام الاوتوماتيكي وتتم التغذية بمعدن الملىء وهو عبارة عن لفات مسن السئلك العاري بطريقة الإتوماتيكية ايضا بعد ضبط مرعة اللحام وحسب قطر السلك ويمكن أمداد منطقة اللحام بالعامل المساعد بواسطة أنبوب منطقة اللحام بالعامل المساعد عند حوالي ١٣٠٠ خاص وينصهر العامل المساعد عند حوالي ١٣٠٠ درجة مئوية وياتي قضيب الملىء بجانب هسدذا الانبوب مباشرة ، وينصهر جزء من العامل المساعد والقريب من القوس مكونا Slag

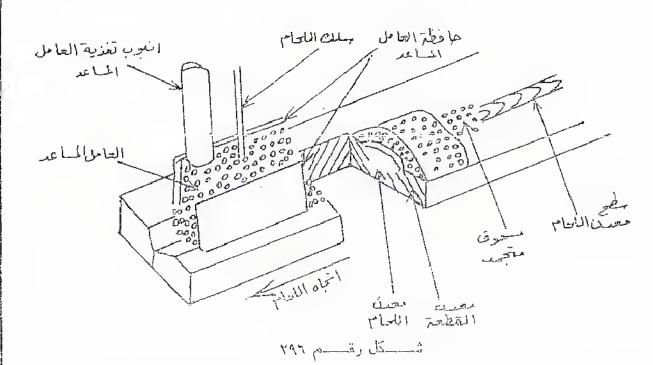
أما الجزء الاخر من العامل المساعد الذي لسم ينصهر أثناء عملية اللحام عمكن جمعه بعد أنتهاء عملية اللحام واستخدامه مسرة أخرى •

وتمتاز هذه العملية بسرعة اللجام العاليب ف نسبيا وباستخدام تيارات كهربائية عالية ممكن أن تصل الى بضعة الاف أسير واستخدام أقطابذات اقطار كبيرة ولذا نجد أنه من الممكن الحصول على وصلات لحام كبيرة عن طريق المرور بطول اللهام مرة واحدة فقط لتنفيذ الوصلة ، وممكن لحام

الواح يزيد سمكها عن ٣٠ ملم بهذه الطريقة • وبهذه الطريقة يمكننا الحصول على وضدلات لحام ذات جودة عالية لان العامل المساعد المستخدم يقوم بحماية وصلات اللحام حماية جيدة وكافية •

للحام القوسس الخامل * Inert-gas are Welding

في هذا النوع من اللحام ينسرم القوسس الكهربائي بين قطب مناسب ومعدن القطعة وتعزل وصلة اللحام بدفع غاز خامل مثل الارجون أو الهليوم حول القطب المستخدم وفوق وصلة اللحام فيقوم الغاز بحماية معدن اللحام المنصور فسي منطقه اللحام من الاحتكاك بالأو كسسجين والنتروجين الموجودين في الهواء المخارجي وميزة هذه الغازات أنها خاملة فلا تدخل في اي تفاعل كيميائي أثناء عماية اللحام ،



أن عمليات اللحام الاخرى اكثر انتصادا +

* لحام ذرات الهيدروجين

يتعيز هذا الذرع من الأعام باستفدام الترس الكهربائي الذي يضرم بين تعلين من التجستين فيجو من الهايدروجين الذي يتوم بحماية وصلة اللحسام ومنع اتصالها بالهواء الخارجي ويستخدم لهدذا الفرض مشعل يحمل تعليي التنجستين وبه الفوهة التي يخرج منها الهايدروجين المضغوط عندما يضرم القوس بين قطبي التنجستين يخصون عندما الهيدروجين المضغوط من فوهة المشعل وينده حرح خلال القوس الكهربائي الذي يحمل على تكسير خلئياته الىذرات في حالة نشطة وبعد مرورها

خلال القوس فانها تتحد مرة أخرى مكونة جزئيات وينتج عن ذلك الحرارة التي كانت قد فقدت نتية تنكك الجزئيات الى فرات وينتج عسسن أعادة تكون الجزئيات لهبا من الجيدروجين يحترق في جو من البيدروجين عند درجة حرارة مرتفعية بي جو من البيدروجين عند درجة مئوية وذلك في المنطقة التي تقع خارج القوس مباشرة ، ويقوم الهيدروجين بحماية سطح وصلة اللهام وكذليك اقطياب التتجنبتين من الهواء الخارجي وبذلك يمنع تكون الاكاسيد المعدنية الضارة وينتج من ذلك وصلةلحام الاكاسيد المعدنية الضارة وينتج من ذلك وصلةلحام لها خواص شبيهة جدا لخواص معدن القطعة والما خواص شبيهة جدا لخواص معدن القطعة

ويستخدم هذا النوع للحام الالواح الرقيقة والصفائح من ١٦٠ الى ٣ ملم وأذا كان سمك القطعة اقل من ١٦٠ ملم لايستخدم معدن ملى، ويفضل في العادة أستخدام معدن ملى، عندما يزيد سمك معدن القطعة عن ذلك .

ويمتاز هذا النوع أيضا بسرعة اللحام العالية والشكل رقم (٢٩٧) يوضح رسما تخطيطيا لمشعل اللحام .

## ٢ _ لحـام الغاز

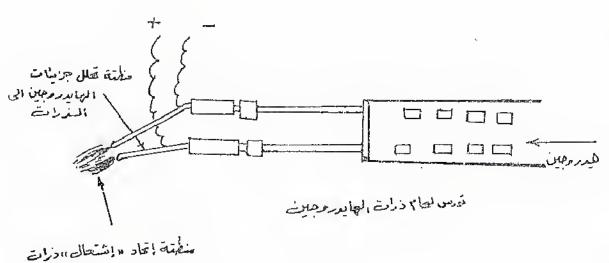
ر Oxy-Acctylene Welding بر تتولد الحرارة اللازمة لعملية اللحام في لحبام الفاز يواسطة لهب ناتج من أحتراق غاز قابلل للاحتراق في جو من الاوكسجين النقي ويمكسن أستخدام معدن ملىء أو بدونه • ويستخدم في

الغالب غاز الاستلين حيث أن أحتراق غـــاز

الإستلان في جو من الإوكسجين يعطي درجسات حرارة عالية جدا تصل الى جوالي ٣٠٠٠ درجسة متوبة ويتميز غاز الاستلين أيضا بانه غاز مختزل يقوم بحماية المعدن المنصهر لوصلة اللحام مسن الاوكسجين والنتروجين الموجودين في الهواء ودرجة المرارة الناشئة من لهب الاستلين هي أعلى درجة حرارة ممكن الحصول عليها من أي نوع مسسن الغازات حتى الان •

ويستخدم لهب الاوكسجين والاستيلين فسيسي تسخين أطراف وصلة اللحام وكذلك معدن الملسي، ورغع ذرجة حرارة الانصهار •

ويستخدم لذلك مشمل معين يتصل باسطوانة الاستيلين الذي يصل ضغطه الى ١٤كغم/سمم



ستامه (بحاد «إنستال» ورات الهامبررهايي الى حزيثارة الهامبررهايي الى حزيثارة

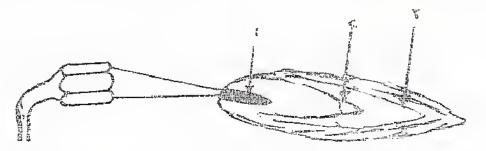
شــکل رقــم (۲۹۷)

 $\begin{cases} C_2H_2 + O_2 \longrightarrow H_2 + 2CO \\ CO + H_2 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + H_{cal} \end{cases}$ 

في مادة مسامية في الاسطوانة لتمتص الاسبيتون السائل المذاب في الانستاين ، اما غاز الاوكسجين غيمكن تعبئة في اسطوانات تحت ضفطه حوالي ١٢٥كغم/سم ويمكن التحكم في ضافط غياز الاوكسجين في الشعل والحصول على ضفط ثابت

بالأرك بحيه عملية اللحام فسوف تمنعه من الاكسدة والنبرية البريد المنطقسة القالشة المرابع الرابع الرا

في هذه المنطقة يحترق أول أكسيد الكربسون والهيدروجين مع أوكسجين الهواء الخارجي وينتج من ذلك ثانى أوكسيد الكاربونوبخار الماء وموضح



ت کل رقب م

عند خروجهما من فوهدة المشعل حواله على المحمر المحمر المراد لحامه ولذلك يوجد لكل مشعل مجموعة من الفوهات تختلف في الحجم حسب الفتالاف سمك اللمام عرفيها المالة ) ويرجد في ليب الاوتمي استيلين الان مناطق همي كما يلي الدي الاوتمان المناق الملي الم

النطقسة الاواسي

وفيها يحترق الكربون الموجود في الإستيلين مع الأوكسجين مكونا أول اوكسيد الكربون وينتج من ذلك هيدروجين نشط •

المنطقعة الناتيعة : -

تحتوي هذه المنطقة على أول أوكسيد الكربون والهيدرونجين والاثنين لهما صنة مختزلـــة وأذا لاتميت هذه المنطقة المعدن المراد لحامه أننـــاء

في الشكل ( ٢٩٨ ) مناطق اللهب الثلاثة •

وممكن التحكم في مناطق لهب الشعل الثلاثية وذلك بالتحكم في نسب مخلوط غازي الاستنيلين والاوكسجين غيكون اللهب مختزل آذا كانت نسبة الاستيلين أكبر من نسبتها العادية في مخلصوط الغازين ا

ويمكن الحدول على لوب مؤكسد أذا كانست نسبة الأوكسجين أكبر من نسبتيا العادية في مخلوط الفازين ، أما أذا كانت نسبة الفازين عادية فيكون اللهب متعادل ،

ولكل نوع من اللهباستخداماته الخاسة هدب ظروف عملية اللحام فنجد مثلا أن اللهب المختزل والمتعادل أكثر الانواع أستخداما .

أما اللهب الوكسد فيفضل أستخدامه عند لحام النحاس الاصليفر ٠

#### _ : _______:

# رر اللحام بالقوس الكهدربائي رر اللحاد الهندس / على المحد مصطفي

ينطلق القوس الكهربائي أو الشرارة الكبربائية بين قطبين أذا كانت بينهما مسافة قصيرة وسسوف نعتبر حاليا التيار المستمر فقط في عملية اللحام ٠ ويكون أعد قطبي الدائرة الكهربائية موسلل بسلك اللمسام Electrode والقطب الأخسر موصل بقطمة الممل work piece وعلسي اعتبار أن سلك اللحام موصل بالقطب الموجسب وقطمة الممل موصلة بالقطب Negative ( وسوم نمالح فيما بعد الحالات التي ينعكس بها مرور التيسار أي بتوصيل القطب السالب بسلك الحام) ، في البداية يجب لمس قطعة العمل بالقطب الاخر فيتكـــون القوس أو الشرر الكبربائي الذي ينتج عنه تايسن المساغة الصغيرة بين قطعة العمل وسلك اللحام وعند ذلك يكون في الامكان مرور التيار الكهربائي بين القطب وقطعة العمل حتى ولو زادت مسافسة القوس الكهربائي لحد ما وذلك عن طريق المسافة المتاينه ، وبدون لمن القطبين في البداية لايمكن المصول على هذه النتيجة وبتكون القوسسس الكهربائي تتولد الالكترونات التي تسرى بمعدل عالى من القطب الموجب الى القطب السالب فسي هذه المالة تتحول الطاقة الكهربائية المارة بالدائرة الى حرارة وضوء وتقربيا نكون ثلثي الحسرارة

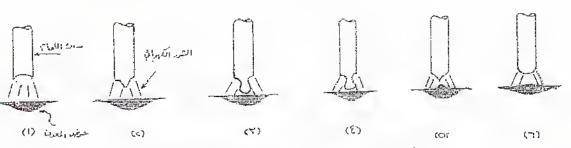
المتكونة من التوس قريبة من القطب الموجب وتصل درجة حرارة القوسس حوالي ٣٥٠٠ السي ٤٠٠٥ المحرارة المتكونة قريبة من القطب السالب وكنتيجة لذلكفان سلك اللحام ينصهر بدرجة حوالي ٥٠/ أكثر مما لو كان السلك موصل بالقطب السالب و لذلك فاننا في العادة نصل سلك اللحام بالقطب السالب ولذلك فاننا في العادة نصل سلك اللحام بالقطب السالب في في حين أن السلك المعلى بطبقة كثيفة من غطااء في حين أن السلك المعلى بطبقة كثيفة من غطااء السلك المعلى بطبقة كثيفة من غطااء في حين أن السلك المعلى بطبقة كثيفة من غطانه والمعلى بطبقة كثيفة من غطانه السلك المعلى بطبقة كثيفة من غطاناه والمعلى بالقطب المعلى وأذا زاد قطر سلك اللحام فانه يلزم المحمود كمية حرارة أكبر ولذا فان من الواجست زيادة شدة التيار للدائرة الكهربائية وتتراوح شدة التيار اللازمة للحام بين ٢٠ الى ٢٠٠ أمير والدا المناس السلك المحمود كمية من المحام بين ٢٠ الى ٢٠٠ أمير والدا المناس المحمود أمير والمناس المحمود ال

وعن اللحام بواسطة تيار متعير مان الحرارة المتكونة تكون بنسب متساوية في السلك وقطمة الممل وبتبادل أتجاه التيار بينهما بنفس تردد المحدر الكهربائي •

مالنسبة لجهد التيار أو الفولتية اللازمة لتوليد القوس الكورمائي تكون في حدود ٥٠ إلى ٥٥ فولت في التيار المستمر وفي حدود ١٠ الى ٩٠ فولت في النيار المتردد ٠ ويكون الانخفاض في الفولتيـــة خلال القوس من ١٥ الى ٢٠ فولت عند أستعمال ملك عاري أو سلك معطى بطبقة رقيقة ويكون القوس في هذه المالة قصير لحد ما ٠ بالنســـبة المالك اللحام المعطى بطبقة متوسطة يكون القوس أطول ويكون الانخفاض في الفولتية بين ٢٠ الــى

٢٥ غولت في حين يحتاج سلك اللحام المعطى بطبقة كثيفة الى حوالي ٤٠ فولت _ ونسبة الفولتيـة المفقودة في القوس مي التي تحدد نسبة الاختراق penetration أوصلة اللحام Weldment وكذلك شكل خط اللحام Bead وعندما يخرم القوس بين سلك اللحام وقطعة العمل نان الحرارة المولدة من القوس تصهر المعدن بسرعة ويتكون حوض من المعدن المنصهر Pool في قطعة العمل ويتناقص سريما سلك اللحام منتقلا الي قطعسة الممل ، وانتقال المدن من سلك اللحام الى قطعة العمل يتم في الحالتين سواء كان سلك اللحام مومل بالقطب المرجب أو السالب أو أن يكسون القطبين متبادلي الاتجاء في التيار كما في حالـــة اللحام بالتيار المتردد ، كما أن ذلك يتم أيضا في عكس أتجاه الجاذبية الأرضية كما في حالة اللحام over head حيث يلعب الشد السلطحي surface tension دورا هاما که وفی هست. المالة يجروان يكون ترس اللنام تصير جدا حاتي تنجح طريقة اللعام over head والقبرى التسبي تقوم بنقل المعدن من السلك الى قطعة الممسل في هذه الحالة مرتبطة بالمجال المغناطيسي المتكون

القوس ويتم أنتقال المعدن على شكل كـــرات Globules والتي ليس لها حرية الحركة حيث تلتصق أخيرا بقطعة العمل بواسطة ظاهمرة الجذب المغناطيسي وأذا لاحظنا القوس الكهربائي عن قرب أو بطريقة أحسن بواسطة التصميوير السينمائي والعرض بالسرعة البطيئة لوجدنا أن المعدن ينتقل من السلك الى قطعة العمل على هيئة Globules یکون حجمها صنغیرا او كبير حسب شدة التيار وكذا نوع السلك أذا كان عاري أو معطى ويكون أننقال الكرات الكبيرة بمعدل أبطأ مما لو كانت هذه الكرابة صـــــغيرة ويتم الانتقال كما ذكرنا سابتا في كلا المالتين سواء كان التيار متردد أو مستمر بنفس الصورة ووعض أنواع السلك ينتقل منها المعدن بطريقة الرش Spray أي تكون الكرات المنتقلة سلميرة جدأ وبسرعة عالية ويتم تكون رأس الكرة عند مارم السلك وتنكبر النزة الى عد معين شم يتكون لما رقبة وتبدأ الرقبة في الاختتاف تدريجيا الى أن تنفصل الكرة وتقذف الى هوض المعدن كما ني الشكل رقيم (٢٩٩) -

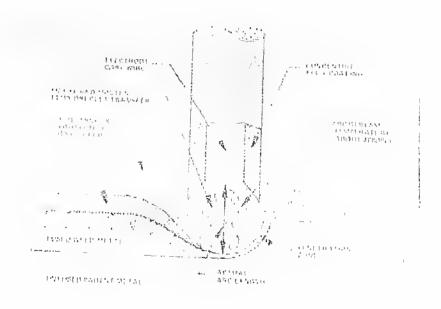


تكون الكرة المنصرج والفصائه اعن وسائ اللحام في عملية اللحام

ويمكن تصيير هذه العملية عنيد تسياقط قطيرات الماء في الحنفياة أما الطرق الاخرى والتي يتم أنتقال المعدن فيها بطريقة الرش Spray أو الغماس dip فسوف نعالجها عند الكلام عن طريقة اللحام بواسطة الغازات الخاملة Metal Inert gas أو عند أستعمال سلك عاري فاننا نجد صعوبة في التحكم في القوس ونرى أن تدفق القوس غير منتظم ومتذبذب يمينا ويسارا فوق حوض المعدن كما أن الكرات المنصورة لاتكون محكمة التدفق بل تتدافع بدون نظام خارجة ومحتكة بالجو الخارجي الناء انتقالها من السلك الى حوض المعدن والذي يجعلها تكتب أوكسجين ونتروجين من الجو الخارجي الخارجي حتى ولو كان القوس قصير للغاياسة

وتكون النتيجة وصلة لحام ضعيفة وهشة ويهـــــا كثيرة من الفقاعات Porous and Brittle

ويمكننا التغلب ببساطة على التحكم في القوس وكذلك على الاقلال إلى الحد الادنى من امتصاص المعدن المنصهر للغازات الموجودة في الجو الخارجي وذلك بعزل القوس عن الجو المحيط وهذا يتمل بتغطية سلك اللحام بواسطة مواد مختلفة (سوف نتاقش فيما بعذ بالتفصيل) تكون قادرة على المحادنا بغازات خاملة تنغطى القوس وتعزله عن الجو المحيط وليس في مقدرتها الاتناد بالمحدن عما ان المادة المفطاة لسلك اللحام تقصهر فحي درجة حرارة اعلى من سلك اللحام نفسه الامر درجة حرارة اعلى من سلك اللحام نفسه الامر وصلة النحام مما يجعل القوس اكثر ثباتا واسهل وصلة النحام مما يجعل القوس اكثر ثباتا واسهل في التحكم كما في (الشكل رقم ٣٠٠) ه



شکل رقم ۲۰۰۰-

واضح ايضا بالشكل كيه أن الغازات المتصاعدة من مادة الفطاء بالسلك تعزل القهوس عن الجو المحيط وتجعل القوس اكثر ثباتا • في هين انه عند استخدام سلك عاري (بدون غطاء) وهيو ماكان مستعمل في بداية اكتشاف اللمهام بالقوس الكهربائي نجد أن كمية كبيرة من المعدن تفقد على شكل رذاذ متطاير وأبخرة كما أن نتروجين الهواء يختلط بالوصلة ويجعلها هشة Brittle

انتيار القوس (النفخ) عالم باستعمال في حالة اللحام بالقوس الكوربائي باستعمال النيار الثابت D.C. ند يلاحلن اللحلم انحياز القوس لجهة معينة وهذه الظاهرة ناتجلة عن تداخل القوى المناطيسية لقوس اللحام ملح قوى معناطيسية اخرى قد تكون قطعة العملل نفسها او قابلم كوربائي مار قريبا من منطقلة العملة العام و اللحام عن منطقلة المحلم و النام و الله عنه المحلم المحدة النام و الله علية اللحام اكثر ملت شدة التيار المحددمة في عملية اللحام اكثر ملت محدد التيار المحددمة في عملية اللحام اكثر ملت و المحددمة في عملية اللحام اكثر ملت و المحددمة في عملية اللحام اكثر ملت و المحدد التيار المحددمة في عملية اللحام اكثر ملت و المحدد التيار المحددمة في عملية اللحام اكثر ملت و المحدد التيار المحدد المحدد التيار المحدد التيار المحدد التيار المحدد التيار المحدد ا

وهناك بعض القواعد التي يمكن استعمالها المنقليل من هذه الظاهرة وهي :-

١٠ ان يكون القوس بعيدا عن القابلــو
 الأرضي Earth

٣ ــ يغير وضع القاباو الارضي.

عن مكانه بالنسبة لقطعة العمل •

٣ _ يمكن لمف قابلو اللحام عدة لفات علي

قطمة العمل اذا كان هذا في الامكان .

٤ ــ يغير وضع تطعة العمل اذا كانت عملية اللحام فوق منضدة حديدية .

## Spatter التطائمين

كما وضحنا من قبل فان عملية اللحام نتهم بانفسال كريات من المعدن المنصور من سلك اللحام الى معدن قبله قالعمل ، واحبابا نلاحظ اثناء عملية اللحام ان عسم من المادة المصورة تقطاير علي عيئة رذاذ خارجة من مجال القوس وتترامى علي عانبي خط اللحام ، وهذا يسمى بالتعاشيسر عانبي خط اللحام ، وهذا يسمى بالتعاشيسر عمايلي :-

انحياز القاس الكهدربائي مما يجعل القوس وانتقال المعدر غير مدكم كما سبق شرحه م

٢ جعل طول القوس اكبر من اللازم او
 إن جهد القوس كبير

٣ _ استعمال تيارعال ِ زائد عن الحاجة •

زابعا ... اسلاك اللحام بالقوس الكوربائي ..

اعداد المهندس / على ادمد مصطفى

العوامل المحددة لاختيار سلك اللحام : ان عملية اختيار نوع سلك اللحام لعملية

معينة حي في الحقيقة عملية صعبة تتطلب خبرة

عالية حيث يجب الاخذ بالاعتبار مايلي :

١ ــ نوع المعدن المراد لحامه فمثلا بالنسبة للصلب Steel هل هو صلب والحليء الكربون اقل من سرم/ او متوسط الكربون من سرم/ السي هؤو ٠/ او عالى الكربون اكثـر من ٥١٠ / او ان . Alloy Steel يكون صلب سبائكي

٢ _ حالة المعدن المراد لحامه ( به صدأ او زيوت او مكلفن او خالى من القشور ) ء

٣ _ الخواص الميكانيكية لمعدن قطمة العمل والخصائص المطلوبة اوصلة اللحام ،

٤ ـ نوع الاختبار Test ؛ والـذي سيجري على وصلة اللحام ( بالعدين المجردة -بانسعة اكس ــ بالاشعة فوق الصوتية

 الكشف المغناطيسي _ اختبارات ميكانيكية) • ه _ وضع اللحام : Flat افقى Horizontal رأسي Horizontal غوقي · over head

٦ _ نوع تحضير وصلة اللحام عتقابلي V-Joint Butt-joint ، حـــرف J-Joint محرف ل X-Joint رکنی edge joint – Fillet رکنی

او .A.C او نیار ثابت .D.C

٨ _ خصائص التشغيل المطلوبة ٤ سـطح

نظيف Excellent surface finish مسرعة عاليـــة لمملية اللحام high welding speed ، اختراق عالي لمعدن اللحام deep penetration ، سهولة والله الخسيث casy slag removal

٩ ــ الناهية الاقتصادية ووزن المعــدن deposit metal اوزن سلك اللحام ٠

خميائص مادة الفطاء لسلك اللحام :-

ان خصائص مادة الغطاء لسلك اللحام كنديرة ومتنوعة وتعتبر سرمن اسرار الصناعة لصلانعي اسلاك اللحام ومجال تنافسهم غيرانه يمكننا حمسر الاغراض المطلوبة في اعطاء سلك اللحام كما يلي : ـــ ١ _ امكان انطلاق القوس الكهربائي بسهولة وجعله مستقرا ومتصل ٠

٢ _ تساعد على جعل جهد القوس مناسب وعملية الصهر سريعة وحصول اختراق عالميسي · deep penetration للمعـــدن

٣ _ تجعل عملية اللحام سهلة ليس فقط في اللحام الافقى flat weld ولكن ايضا فسي اللحام الافقى على مستوى رأس Horizontal weld واللحام فسوق الرأس over head غير ان صلاحية مادة الغطاء لهذه الاوضاع قد تكون محكومة بالخصائص الاحتكاريـــة للشركات المنتجة •

٤ ــ لتغطية وصلة اللحام ومن المعددن المحددن المحمد من الاختلاط والتفاعل مع غازي الاوكسجين والنتروجين الموجودين بالهواء الجوي وتحسين الخواص الميكانيكية لوصلة اللحام ٠٠٠

ه _ لنتقية وصلة اللحام من الاوكسجين ٠٠

٢ ــ تبطى، من عماية تجميد المعدن المنصور
 وكذا معدل التبريد لوصلة اللحام ٠٠

٧ ــ تخدم في اضاغة بعض الواد والعناهــر
 لوصلة اللحام لتعطى خصائص ميكانيكية مطاوبة .

۸ ــ تجمل من السهل از الة خبث اللحام مــن
 فوق خط اللحام وتعملى خط متموج وناعم -

## تمسنيف اسسلاك اللمسام

تصنف انواع اسلاك اللحام حسب نوع المحدن المراد لحامه ونوع وصلة اللحام وداريقة اللحام ونوع التبار وكذا عدة اعتبارات الخرى تبعا لايمن النظم النالية :

الجملية الآمريكية للحام

A.W.S. (American Welding Society)

A.S.T.M. الجمعية الامريكية لاغتبارات المعادن (American Society of Testing of Material)

E.S. المواصفات البريطانية المالية المواصفات العالمية المواصفات العالمية المواصفات العالمية المالية (DIN)

المواصفات الالمانية

المواصفات اليابانية

المواصفات الروسية GOST

وسوفته وضح فيما يلي اهم هذه المراصفات

بالنسبة لاسلاك اللحام وهي المواصفات ASTM كما سنعطي المقابل لهذه المواصفات بالنسسبة للمواصفات المذكورة الاخرى .

## أ بسر التصنيف حسب المواصفات .A.S.T.M

يعرف نوع السلك في هذه المواصفات برقم يبدآ . بعرف E شم يتبعه اربعة ارقام .

ق ـ يــدل علــي اللحـام الكهربائــي الدول والثاني Electric Welding الرقمين الأول والثاني من اليسار يدل على متانة معدن السلك رطــل / بوصة مربعة م الرقم الثالث من اليسار ـ يدل على رضع اللحام المناسب للسلك م الرقم الرابع = يدل على مصدر القوس الكهربائي وجودة الوصلة ونوع القوس ومقدار الاختراق penetration وبالنمــة الرقم الثالث من اليسار فانه يدل علـــي مايلــي :ــ

ا . يعني ان السلك يصلح لجمين ارضاع اللحام .

2 - يعني ان السلك يصلح للوضع الافقدي ( فلات Flat ) "F" والرضع الافقدي على مستوى رأس (Horizontal) "H" ·

3 - يعني ان السلك يصلح للوضع الأغقبي . مقدط F" Flat .

اما المرقم الرابع فيمكن التعرف على دلالته من الجدول الاتى :-

3	2	1	0	الرقـــم الرابــع
AC او DC	AC او DC	متردد او ثابت متردنگا.D.C.R.P	بترك تحديده للمسانع	المصدر الكهربائي
ناعـم	متوسيط	حاف ر	حافر Digging	نوع القوس
خفيــف	متوسط	عميـــق	عوياتي deep	التداذـــل
ناعـم	عالــي	عالبي	عالـــي Irigh	الجودة

ملاحظة .R.P الاقطاب معكوسة R.P. الاقطاب معكوسة R.P. اي السلك متصل مما سبق يمكنسا الآن التعسرف على سلك اللحام من رقم مواصفه . E6010 ونتعرف على خصائصه .

متانة السلك عد ٢٠٠٠٠ رطل / بوصة مربعة 60 السلك يصلح لجميع أوضاع اللحام 1 يعمل بنجاح عندما تكون الاقطاب معكوسة في حالة التيار الثابت •

## ب _ التصنيف هسب مواصفات .B.S المواصفات البريطانيــــة

من هذا التصنيف يعرف السلك بحرف يتبعده ثلاثة ارقام وفي بعض الحالات يتبع الارقام حرك اخر مثال E439P وهنا الحرف الاخير p يدل على الاختراق penetration اي ان السلك له خاصية الاختراق العميق deep penetration .

## الحسرف الاول

اما ان يكون حرف E او R او E اما ان يكون حرف E الماك مصنوع بطريقة E

## البشـــق Extruded

R = يعني ان غطاء السلك مدنوع بطريقة البثق مع اضاغة مادة ماسكة Reinforcement

## الرقم الاول من اليسار :ــ

يدل هذا الرقم على نوع مادة الغطاء للسلك كما يلي :-

المادة ذات نسبة سايل وز عالية .
 المادة الرئيسية من اوكسيد التيتاني وم

وتعطي خبث ذو لزوجة عالبة •

ن المادة الرئيسية من اوكسيد التيتانيوم
 وتعطى خبث ذو سيولة •

4 ـ المادة الرئيسية من الحديد واوكسيد المغنيسيوم والسايكا وتعطي خبث اسفنجي +

ج المادة الرئيسية من اوكسيد الحديسد
 والسليكا وتعطي خبث متحجر •

6 ـ المادة الرئيسية من كربونات الكالسيوم ا

ع اي نوع اخر من العطاء الرقم الثاني من اليسسأر

وهذا الرقم يدل على وضع اللحام المناسب لنوع السلك اذا كان "F" « فالات افقي » ، افقي على مستوى رأس "Horizontal "H" Vertical "V"

رأس الى اسفل "Vertical down "D" فسوق الرأس فسوق الرأس

كما يلــى :ــ

0 - الساك مناسب لكل الاوضاع . FTT V D.O.

1 ـــ السلك مناسب فقط لــــ F.H.V.O.

F.Fl. __ البلك مناب فقط ل__ 8

F ___ السلك مناسب فقط ل___ 3

F. Hf Fillet weld only __ 4

الافقي على مستوى الراس الركني فقط

9 ــ اوضاع لحيم خاصة،غير السابق

الكرعيا -

انرقم الثالث يدل على نوع التيار المستعمل كما يلسى :-

DC ــ+ كايستعمل نقط في التيار الثابت DC و الماك متصل بالقطب الموجب •

1 ـــ 1-490 ـــ التيار الثابـــت والسلك متصل بالقطب الموجب او التيار المتـــردد A.C.

المفتوعة في حدود ١٠ فولت ٠

التابت والسلك متصل بالقطب السالب وفي خالصة التيار المتردد تكون فولتية الدائرة المفتوحة فسي حدود  $\sim$  فولت  $\sim$ 

D-A 50  $\pm 3$ 

D+A70 = 4

5 ــ D±490 يستعمل في النيار الثابـــت والسلك يتصل بأي من القطبين السالب او الموجب ويستعمل في حالة النيار المتردد ونكون فولتيـــة الدائرة المفتوحة في حدود ٩٠ فولت ٠

 $D \pm A70 = 6$ 

 $D \pm A50 - 7$ 

9 ــ مختلف عما ذكر فيما سبق ٠

الحرف الأشير

بالنسبة للاسلاك ذات الخصائص المعيناة بذكر لها حرف بعد الارقام ويدل على مايلي :ــ

الإلمانات الهتراق عميق

تي _ سلك ذو تحكم في نابة الهدروجين لل _ غطاء السلك به بدره حديد تجعل نسبة المعدن المنقولة من السلك الى قطعة العمل من ١١٠ الى ١٠٠/

١٤٠٠ غطاء السلك مسحوق حديد يجمل نسبة المعدن المنقول من السلك الى قطعة العمل اكثر من ١٧٠٠/

ملاحظة : تعرف نسبة انتقال معدن السلك الى قطعة المملك Recovery بالاتي : ـــ

Recovery

وزن المدن المنتقل من السلك

نسبة الانتقال /= ______ ×١٠٠٠بين ٧٥ الى ٩٥ /

وزن معدن كمية السلك المحترقRecovery بعض الأمثلة لاسلاك اللحام المستعملة في

وهذه النسبة في الحالات الاعتبادية تتراوح اللحام الصلب :

وضع اللحام	نوع المطاء	رقم
1 7 6 14.	_	ASTM
F.V.O.H.O.		E6010
F.V.D.O.H.	عالي السليلوز بوتاسيومي	E6011
F.V.D.O.H.	ءالى التيتانيوم والبوتاسيوم	E6013
	"	
		,
F.V.D.O.H.	واطىء الهيدروجين صوديومي	E6015
F.V.D.O.H.	واطيء الهيدروجين بوتاسيومي ب	E6016
Hf.F	ذو نسبة عالية من اوكسيد المديم	E6020
Hf F	مسحوق الحديد مع التيتانيوم	E6024
Hf.F	مسحوق حديد اركسيد حديد	E6027
	ذو نسبة عالية من اوكسيد الحديد	E 6030
	F.V.D.O.H. F.V.D.O.H. F.V.D.O.H. F.V.D.O.H. Hf.F	السليلوز صوديومي F.V.D.O.H.  السليلوز بوتاسيومي F.V.D.O.H.  التيتانيوم والبوتاسيوم والبوتاسيوم والبوتاسيوم والبوتاسيوم والمليء الهيدروجين صوديومي F.V.D.O.H.  السيدروجين بوتاسيومي الهيدروجين بوتاسيومي المديد المديد المديد المديد ما التيتانيوم المسحوق حديد اركسيد حديد الكسيد الكسيد حديد الكسيد حديد الكسيد حديد الكسيد حديد الكسيد حديد الكسيد الكسيد الكسيد حديد الكسيد حديد الكسيد حديد الكسيد حديد الكسيد حديد الكسيد الكسيد الكسيد حديد الكسيد الكسيد الكسيد حديد الكسيد حديد الكسيد الكس

والجدول الاتي يعطي فكرة عن نوع السلكوارقام مواصفاته حسب الانظمة المختلفة والاسماء التجارية التي ينتج تحت اسمها من قبل الثركات المختلفة ند

•			1	1	7,0,7,7
Tetrarc - Alflex - fluxend - FOXCEL					
OK 22.40 LEPERVIRP					
Pipeline Ti , Ze -Rekord					
Zell- HC - 24 etc.	D4311	E100	TI VIIS	E 233C 10	E6010711
Figearc, Vertivick- Alflex C47-					
Vodex-Fonas GVLelc.	D4313	E307	Ti VILM	E233RI4	E6013
Safrail - Rail Arnsa 72	0.4316	D616	KPXHI2	E455	E7016
Basicord R.				B15/6	
Blue-grey-SEO140	D5026	E634HK	KbXIIIS	E455	E 7028
Ductilend 150-Hermees				846	
		ļ	Į	Ì	
				1	

تصيف أسلاك الذنام سمأ أنوع الفطاء

. معطاء السليلوز الوكسيد التيتانيوم. ے 🛈 - الفطاء السليلوزي - ١٥٪ مىليلوز وحتى٠٣٪

## ese, de missione de la

خبثه رقيق سيل التنظيف _ عالم الماسر Spatter لحد ما _ يعطى غطاء من الغازات لوصلة اللحام بدرجة جيدة _ يكون خط اللح_ام ذو ملمس خشن لحد ما اختراق عميق للمعسدن deep penetration _ معدل استهارات العصالة سريع يستحسن استعماله مع التيار الثابت D.C. ويوصل السلك بالقطب R.P.--- Ve

#### الستمالاته اسم

جبيع انواع الصلب الطري للحام في جميسع الاوضاع عند استممال تبار عالى يعطي نتائج جيدة

في تداخل المعدن في حالة فلات F اللحسام الإغفى .

الاسمأو التمارية

٣ ـــ الغطاء الروتبلي Rutile الخبث اللزج ـ ويحتوي على نسبة عاليـة مـن أوكديد التيتانيوم مع أضاغة مادة تكعد علكي التابن لتصبن التوس -

## _ : demonstrate

تنوس ناءم والتعلشر Spatter تليل ــ الذبث متصلد لكنه سهل التنظيف ميما عدا الشقوق العميقة مناسب للتيار الثابت أو المتردد ،

## استعمالاته تسا

في لحام التقابل Butt او اللحامات الركنية Fillet weld في جميع الأوضاع خصوصا في اللحامات الركنية النازلة ذات تحدب للخارج •

٣ _ العطاء الروتيلى ذو الخبث السائل _ يحتوي اساسا على اوكسيد التيتانيوم مع اضافة مواد مساعدة لتحسين سيولة الخبث عن النسوع السابق ٠

## خصائصه 🖵

يمطي سطح ناعم _ متوسط الاختراق _ قليل التطشر _ سهل في نتظيف الخبث حتى مـــن الشقوق العميقة _ مناسب للتيار المتردد أو الثابت وفي حالة التيار الثابت يمكن توصيل سلك اللحام بالقطب الموجب . R.P او السالب . S.P وفي حالة التيار المتردد يجب ان تكون فولتية الدائـــرة المفتوحة في حدود ه وفولت كحد اقصى .

### أستعمالاته:

للحام في جميع الاوضاع ولكنه مناسب بصورة خاصة للحام الرأس الصاعد V والفوق الرأس ٠ 0

إ ـ عطاء اوكسيد الحديد ـ ذو الخبيت الاسفنجي ـ ويحتوي على اوكسيد الحديد أو كربونات الحديد مع منعنيز وسليكات الصوديوم او البوتاسيوم .

## خمائمیه :

غالبا ما يكون هذا النوع من السلك ذو غطاء كثيف ينتج خبث بكمية كبيرة يتجمد بصورة فجائية ويكون اسفنجي سريع الازالة لليعطي سطح ناعم بتحززات Ripples صغيرة ويعطي خط لحام مقعر ومناسب للتيار الثابت S.P. or R.P.)D.C. (S.P. or R.P.)

او مع التيار المتردد مع فولتية عادية للدائـــرة المفتوحــة •

## استعمالاته ال

يستعمل فقط في اللحام الافقي H وفي لحامات الشقوق العميقة في الالواح السسميكة خاصة أذا كانت وصلة اللحام سوف تختبر بواسطة اشسعة اكسس أيضا مناسب للاختسراق العميق deep penetration خاصة في اللحسام الركنسي Fillet .

ه _ غطاء اوكسيد الحديد ذو الخبث المتصلد _ ويحتوي اساسا على اوكسيد الحديد مع او بدون اوكسيد المنفن _ ز الساكيات ٠

### خصائمسه :ــ

العطاء ينصهر عند طرف السلك ولذلك فانسه يمكن استعماله ــ السلك حيث يكون ملامس تقريبا لقطعة العمل قليل الاختراق والخبث المتصلد ينخلح ذاتيا ــ يعطي خط ناءم مقعر الشكل ويكون معدن اللحام ذو نسبة كربون ومنعنيز قليلة ولذا تكون المواصفات الميكانيكية (نسبة الانخفاض في مساحه المقطع واختبار المسلاك ــ مناسب للتيار الثابـــت الاخرى من الاسلاك ــ مناسب للتيار الثابـــت الاخرى من الاسلاك ــ مناسب للتيار الثابـــت الدائرة المفتوحة في حدود ٥٥ فولت على الحـــد الدائرة المفتوحة في حدود ٥٥ فولت على الحـــد الاقصى ٠

## استعمالاته:

يستعمل بصورة رئيسية عندما يكون مظهر

Low Hydr 398

اللحام ذو اهمية ( الكشف بالعين المجردة على اللحام ) خاصة عندما يكون المطلوب خط واحدد ( ) _ غطاء واطمىء الهيدروجين _ ويحتوي على مادة كربونات الكالسيوم والفلسبار مع سليكات المصوديوم او البوتاسيوم •

يعطي غطاء من الخبث متوسط الحجم ويعطى حزازات Ripples متوسطة ايضا وشكل خط اللحام مستوى او مقعر وهذا النوع له مقاومة عالية للتشققات الحسارة والباردة Hot and Cold Crack كذلك فان تأثيره قليل على تغير جودة المدن الاصلي لقطعة العمل اكثر من اي من الانواع الاخرى مناسب للتيار الثابت D.C. خاصة اذا وصل السلك بالقطب

الموجب R.P.+Ve يعطي نتائج احسن ـ امـا في حالة التيار المتردد A.C. تكون الفولتيــة للدائرة المفتوحة فيحدود ٧٠ فولت ـ ويجــب ان يخزن هذا النوع من السلك في غرف دافئة جافة حتى لايتأثر بالرطوبة ـ ويمكن تجفيفه عند درجة حرارة ١١٠٠ م لمنة ساعة اذا لزم الامر ع

#### استعمالاته :ــ

يستعمل للحام الصلب الطري والمتوسط والعالي المتانة ولصلب المحتوي على المتانة عالية من الكربون والكبريت « الحديد التجاري » وخاصة يستعمل في لحام القط المتعرضة للإجهاد وللصلب الذي مكونات الكيمياوية غير معروفة وللصلب المتعرض لحرارة واطئة ويمكن استعماله في اوضاع F & O,D, V & F.

E-7016 } Low Hydrogen - Rebake E-7018 }

# خامسا ضوابط عملية اللحام بواسطة القوس الكهربائيي الكهربائيي ما اعداد المندس /

## على احمدمصنطفى

لمساعدة عامل اللحام في اختبار شدة التيار والفولتية للقوس الكهربائي هناك جداول تربيط شدة التيار مع نوع سلك اللحام وقطره على خيير أن هذه الجداول تقريبية لانها تعتمد الى حد كبير على نوع العمل اضافة الى خبرة الشركة المنتجة للاسلاك والمواد المضافة لعطاء السلك وهذه الجداول غالبا ماتكون مطبوعة على غلاف صناديق سيلك اللحام للاسترشاد بها وعموما فان الحد الاعلى للتيار للمدى المذكور في الجداول حسب نوع وقطر السلك يعطي تداخل اكبرا deep penetration ويعطي للعدل اسرع في كمية اللحام ولكن شدة التيار الزائد

عن الحد المطلوب تعطي تعشر لمعدن اللخام كما تحفر حواف اللحام under cut وخفض التيار الزائد يعطي تداخل غير كافي وكمية قليلة من معدن اللحام •

ايضا فأنه كلما زاد قطر سلك اللحام يجب زيادة فولتية الدائرة المفتوحة بدرجة طفيفة •

اما زاوية سلك اللحام مع خط اللحام يجب ان تتراوح بين ٣٠٠ الى ٩٠٠ اما زاوية سلك اللحسام مع سطح قطعة العمل يجب ان تكون ٩٠٠ تقريبا لأنه كلما قلت الزاوية بين السلك وقطعة العمل يقل بالتالي تأثير الغازات الناتجة عن اللحام في تغطية القوس وعزله عن الجو الخارجي ويصبح التأنير المغاكس للجو الخارجي أكبر ويقل تداخل المعدن ١ والجدول التالي يساعد في اختيار شدة التيار

المناسب :ــ

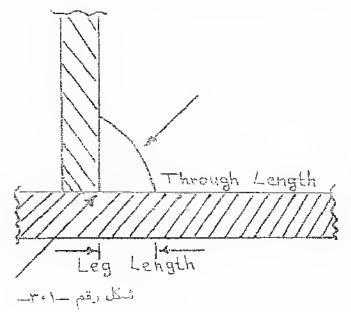
قطس السلك ملم شدة التيسار بالامبسي

المتوسط	اعلی هــد	ادنــی حــد	
۹.	٩.	O *	٥ر ٢
110	\\~*	~( *	۲ر۳
10.	14+	1 • •	٤
7**	70+	100	<b>۸ر غ</b>
***	<u> </u>	۲	<b>ئر</b> ٣
۰۵۳.	0 • •	700	٨

اللحام التقابلي واللحام الركني \$--

في اللحام التقابلي (أو لحام الشفسة Butt weld ) بتقابل طرفي وصلتي اللحام وتحدد سعة الفتحة بين الوحلتين وشكلها حسب سمك المعدن وخصائص الوصلة المطلوبة .

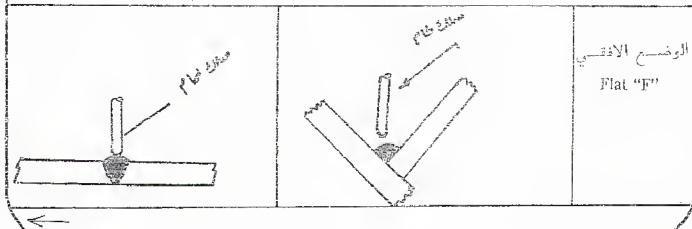
اما في اللحام الركني Fillet weld فتحدد مقاسات اللحام بما يسمى Leg length والعنق throat length

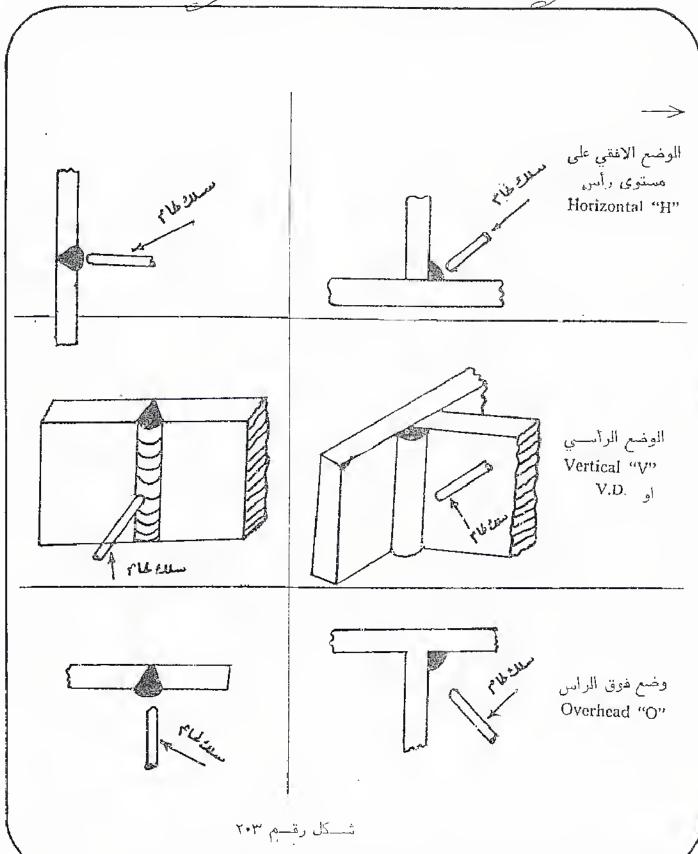


والشنال التالي يوضع لحام الشفة Butt well واللحام الركني Fillet weld ولوضاعهما المختلفة

لحام الثيقة Butt weld

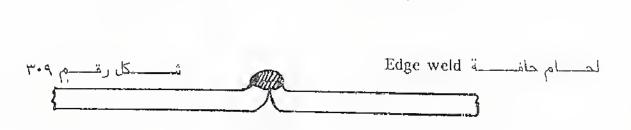
اللحام الركني Fillet weld





انواع وصلات اللحام :_ Butt weld التقابلي التقابلي شكل رقم ٢٠٠٣ــ ويتم هذا النوع من الوصلات كما بالشكل بواسطة تجهيز الحوافأو بدونها حسب سمك المعدن ( لامبولد ) Lap weld شكل رقم __٣٠٤_ لحام جولدواد blaw heiggoi شِيلُ والهاء ١٠٠٠ لحام ركني من جهة واحدة Single fillet أشكل رهم ٢٠٠٠ -

لحام رکتي من الجهتين double fillet شکل رقم ٢٠٠٠ـــ شکل رقم ٢٠٠٠ـــ شکل رقم ٢٠٠٠ـــ لحام رکتي مفتوح open corner weld



# of Edge Preparation (Bevelling)

تصنير وف يملة اللحام في اللحام القابل (BUTT WELD)

	سعة النتحيه	سمك الجددر	سمك للعدن	شكل الحاذ
	Gap⊥g in.	Root face thin	Thickness t in	TYPE
	الله الم أنح	_	انل من ۲۰ أفتى	3 1 1 (V) in 15 15 15 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16
	1 16 1 ting	-	الكيرس من النج	
				عالاختی الاختی a ≥ 60 (t) Flal
				الاوضع الرأسي. (V) Verlical أو الاوضع المراسي. (H) Horizontal (H) 70 (E)
				a = 8 Overhead (0) التوضيح مَوْق الرَّانُون
	11/2/18 4/17	١١/١١ حد انقي	Por Miss	٠٠ المناحدة (٧) الما
	1/1/C US	١٨٨١ حد افقتي	أكبومن الالماكين	, \(\frac{1}{2}\)
				الادشياع والزوليا كالمسابق - الها-
A ( 14 + 6)	11118715G=		120 mi 7/1 Tig Pigo mi 7/1	できない(ハラションのから
67447	,			
				الارمنساع والزواب كالنسابق أأأ
	3/1 3/ M/2 2/1 3/ M/2	۱۲/۱۱ بعد افعتی ۱۱/۱ آبخر بعد افتی	اقل من بهز أنبج أكبر من بهز أنبج	(U)is-Salish
				7-1/1 & S. S. of pecify 1 - 1/1/1 le Tie & S. S 1 pec leti
				عاشك حرف (1) مزدج - أنظر زايدة النسل

g	ί	t	
الى الى الى الم	انج بحد أقمى	أقلن لم أحج	ملى شكل مرف ر
الى يَ أَسِي	لم أنج بعد أقمى	ا ڪبرين ۽ انج	ع ت الله الله الله الله الله الله الله ال
اللي أنج	الم بحد أفصى	أفلن لم أحج	على شكل مرف ( وردج
ال _{كا} الخالج أرجع	= 1	أكبرمن أأعج	
			ه = ۲۰ درجة بحد أدني ۳۰ - أنج - أدني ۱۱ = ۲ أنج - أدني
نج إلى $\frac{1}{\lambda}$ أنج إلى $\frac{1}{\lambda}$	الم أنج بعدائمي	أفل من الم أنج	اللشذيب المغرد
में न्ड्रारुती में स	ا أنع بعد أقمى	ا تعربن الم أنج	ع درجه بحد اقصی ا
ئے آنیج الی نے اُسیج کے الی شہر اُنیج	أنج بحد أفسى	أقلىن ئېرانىخ 1 ھىرسى ئېرانىخ	التسديب المؤدوج التسديب المؤدوج التسديب المؤدوج التسديب المؤدوج التسديب المؤدوج التسديب المؤدوج
من منرالی آ. اُنج		الاتزيد من <mark>ا</mark> أنع	المام شنة (BUTT)

Í	t t	
_	اخل کم آمنے	التذيب المذين
_	الكيمامية النع	
		4 = 03 copy ness 1 50.
-	لاتزیدعن <del>بر</del> انبع	BUTT) de cha
_	فانتزود عن سائد آنبنع	
	يت المادع الأبل أمن في المادع كم الراشمي فيتمط .	
		اخار من کم آمنی را آمنی را آمنی را آمنی را آمنی

ي <u>ريدا الثياري</u> و	الميانة الميانة الميانة الميانة	in the second	المادية المادية المادة الم
الله الله المالية المنطقة الم	المناهدة - المناهدة - المناهدة بعدة أتسى	اللومين کې اکښي آگېرمينا مېلېدائدې	علی شکل حوف (U) مزدن این این این می می می می دادن این این اور آن می می می دادن

علاحملة = العَمَّر السَّلِي السلك بِعَاسِ مِنْ عَارِحٍ عَمَّاء السلك.

سادسا : __

رر اللمام بالماز ١١

أعداد المهندس ـ على أحمد مصطفى لمسام الاوكسي أسستيلين

تتولد الحرارة اللازمة لعملية اللحام بواسطة لهب ناتج من أحتراق غاز الاستيلين في وجرود الاوكسجين النقي ويمكن أستخدام سلك أو بدوبه، ويعطي أحتراق غاز الاستيلين في جو من الاوكسجين درجات حرارة عالية جدا تصل الى حوالى ٣٠٠٠مم

 $(C_2H_2)$  الاستيان  $(C_2H_2)$ 

الاستيابين وقود غازي له قابلية شهددة للانفجار في ظروف معينة وتجهز منطقة اللحام بهذا الغاز بواسطة قناني من الصلب معبا بها الغاز تحت ضغط عالي ( مسال ومذاب في مادة الاسيتون ) أو أن يحضر في موقع اللحام بواسطة اجهزة خاصة من مادة كربيد الكالسيوم والماء •

ومادة كربيد الكالسيوم تصنع في أفران كهرمائية بواسطة القوس الكهربائي من الفحم الذي يذاب في الجير الحي (النورة) ويعبا كربيد الكالسيوم تبعا لمقاسات حبيباته في أوعية محكمة ضد تسرب الماء، وينبغي توفر كل عناية وحرص عند فتح أوعية كربيد الكالسيوم حيث يتولد غاز الاستيلين القابل للاختراق من الكربيد بمجرد دخول الهواء المحتوي على الرطوبة وقد يسبب ذلك حرائق أو أنفجارات

ولذا يجب مراعاة عدم فتح هذه الاوعية بواسطة المدد المحدثة للشرر كالازاميل المننوعة مــن الصلب بل يجب فتدها بواسطة ملقط من النحاسس أو من الصلب بعد تشحيمه بالدهن تشحيما جيدا ، ولا يجوز أطلاقا ترك براميل الكربيد مفتوحة لأن كربيد الكالسيوم ، بتعرضه لرطوبة الهواء يتحول الى مسحوق وهذا يؤدي الى ضياع جانب كبير منه أضافة الى أن غاز الاستيلين الذي ينبعث منسبه ببطيء وبصورة مستمرة قد يسسبب حرائسق أو ببعلي، وبصورة مشتمرة قد يسسبب حرائسق أو من موقع لحام مثلا ، وأذا ما القى الكربيد في أو من موقع لحام مثلا ، وأذا ما القى الكربيد في الا سرعان مايتولد غاز الاستيلين لذلك ينبغي الا توضع براميل الكربيد قريبة من مصادر المياه أو غلى أرض مبتله ،

أما براميل كربيد الكالسيوم الفارغة فيجب البعادها عن مناطق العمل ووضعها في مكان مكشوف هيث تقلا بالماء لتحويل بقايا الكربيد الى غاز ، ويتراوح حجم غاز الاستيلين المتولد من كربيد الكالسيوم بين ٢٥٠ الى ١٨٠ لتر لكل كغم كربيد ، ويغطى الكربيد بطبقة واقية من الزيت أو الكروسين حتى لايتلف بفعل الرطوبة ٠٠٠

ويستخدم في اللصام بجانب الاستاين غازات أخرى قابلة للاحتراق كالهايدروجسين والبروبين ولكن غاز الاستيلين يعتبر أهم الغازات المستخدمة في اللحام نظرا لقابليته الشديدة للاحتراق ولارتفاع درجة حرارة اللهب الناتج منه •

## الاوكسجين ۽ ( 2 )

يستخدم غاز الاوكسجين في اللحام لحسسرق الاستيلين ولزيادة درجة حرارة اللحام والاوكسجين نفسه غير قابل للاشتعال ولا رائحة له ولا لونولكن يساعد على الاحتراق بدرجة كبيرة ويتم الحصول على الأوكسجين النقى من الهواء حيث ينم فحسل الاوكسجين عن المنتروجين ويكس في أسطع انات من الصلب تحت ضغط ١٥٠ كغم/سم على درجة كبيرة من النقاوة نتراوح بين ٩٩ الى ٩ر ٩٩٪ • وينبغى نداول اسطوانات الاوكسجين بكل عنايسة وحذر لنعما من الانفجار ويراعى عدم قلبهـــا أو السماح بوقوعها أو تعرضها للاهتزازات العنيفة ، وتثبت هذه الاسطوانات في أماكنها في مواقع العمل بكيفية تمنمها من الوقوع كأن تشد بالسلاسك أو الاربطة أو الحوامل المخصصة للاسطوانات ؛ وعند اسمستخدام الاسطوانات خصارج الروزة الأمار والمراسية المانية الماني الارض زاوية حسادة وبحيث يتجه صمامها السي اعلى بعيدا عن الارض ، وينبغي حماية الاسطرانات من الحرارة ومن التعرض لاشعة الشمس ولهدذا السبب لاتثبت الاسطوانات بجوار أجوزة التدنئة ومن ناحية أخرى يجب حمايتها من البرودة الشديدة أذ أن الصلبيصير هشا وبالتالي تصبح الاسطوانات معرضة للانفجار ويصبح هذا الخطر عقيقسسة واقعة عند درجة الحرارة ١٥٠ مودرجات الحرارة الادنى من ذلك ويجب عدم نقل الاسطوانات الا أذا

كانت معطاة بعطاء واق مسنن مثبت في مكانه وذلك لحماية حماماتها وتعتبر عربات الأسطوانات أصلح الوسائل لنقلها • ولايجوز نقل اسطوانات الصلب واسطة الرافعات المجهزة بمغناطيس رافع •

ولو آن الاوكسجين لايحترق فأن الاوكسحين المضغوط يستطيع أذا ما لامس زيتا أن ينبرم الذار فيه مكونا لهبا خطيرا ولهذا السببينبغي الايلامس الاوكسجين زيتا أو شحما أو أيادي أو عدد ملوثة بالزيت أو الشحم ، ففي هذه الحالات تعسبح حوادث الانفجار حقيقة مؤكسدة ، كما لايمسح دهان أسنان الغطاء بالشحم أو الزيت ويكتفي بالما لهذا الغرض ، وعند نقل الاسطوانات بالسيارات يراعى الا تخلط ببراميل الزيت منعا لتلوثها ، ذما ينبغي توخي منتهى الحذر والعناية اثناء العمسل بالاوكسجين لمنع تشبئ الملابس به أذ سرعان ما تحترق أذا ماوتعت شرارة عليها ،

تحمس الأسبيان في عواقع اللحام : -

يحضر الاستيلين بواسطة عامل اللحام من كربيد الكالسيوم والماء باستعمال مولدات خاصة لهدذا لغرض حيث يملا المولد بالماء ويزود بكربيد الكالسيوم وفقا لارشادات التشغيل ، وينبعدت الاستيلين بمجرد ملامسة كربيد الكالسيوم للماء ثم يعبا في مستودع أو وعاء ناقوسي الشكل ويمر الاستيلين من المستودع الى مشحل اللحام خالل خط من الانابيب واجهزة التجفيف ، وهناك أنواع

كثيرة من هذه المولدات تتوقف على حجم كميسة الغار المطلوبة .

كما أن بها معدات خاصة للتحكم في توليد الغاز أذا زاد ضغطه عن حد معين واعلادة التوليد أذا قل الضغط أي أنها تعمل بصورة ذاتية كما أنها مزودة بصمامات الامان لتلافي حدوث الحوادث •

الامداد بالاستيلين مسن الاسطوانات: ـ

يستطيع أي معمل أستعمال الاسطوانات الجاهزة والمعباة بهذا الغاز تحبت فسغط ١٥ السسى ٠٠كغم/سم وهذاب في الاستيون ، وفي حينتكون أسطوانة الاوكسجين جوفاء فان أسطوانة الاستيلين لبست كذلك ، أذ تعبأ أسطوانة الاستيلين بمركب يكبس أو يضغط فيها ويتكون هذا المركب من الفحم النباتي ولب الخشب الميكانيكي وفضلات الفحم العضوي والاسمنت ولهذا المركب مسامية تصل الى حوالي ٧٥٪ وبشبع المركب المالنيء للاســـطوانة بالاسيتون وهو سائل شفاف عديم اللون ولمه رائحة منعشة ويمكنه تحت ضفط ١٥كغم/سم أذابية هوالي ٣٧٥ لتر من الاسيتلين في لتر واحد مـــن الاسينون ، وبهذه الكيفية يخزن العاز فسي الاسطوانات ، وهو ينبعث منها ببطيء لذلك ينبغي الا يسمب الغاز من أسطوانات الاسيتلين بسرعــة أكثر من اللازم فاذر كان معدل الاستهلاك من الغاز في حدود ١٠٠٠ لتر في الساعة تستخدم أسسطوانة

أسيتلين واحدة ، أما أذا كان الاستهلاك في حدود ٢٠٠٠ لتر في الساعة فتستخدم أسطوانتين وهكذا ٠

ويمكن ربط عدة أسطوانات ببعضها البعض على النتوالي للحصول منها على الاستلين بالمعدل المطلوب وبراعى أنه أذا ما سحبت كمية ضخمة من الاستلين من أسطوانة ما فان الاسيتون ينسحب معها وهذا يؤدي الى تصميغ صمامات الاسطوانة وأنسدادها، وبالتالي الى حدوث عطل في أعمال اللحام ، ولماكان الاستلين ينطلق من الاسيتون على مهل هانه يمكسن تفريغ أسطوانات الاستلين بصورة أفضل وبطريقة أقتصادية أذا ما أستخدمت أسطوانات شبه فارغة لاءمال اللحام التي تتطلب أستخدام كميات قليلة من غاز الاستلين كما هي الحال عند لحام الصفائـــح المعدنية الرقيقة ، ويجب تخزين أسطوانات الاستيلين في وضع رأسي وايضا أثناء المعمل يجب أن تكون في هذا الوضع وأذا تعذر ذلك فيمكنن سيحب بشرط أن يعلو صمام الاسطوانة على مستوى قاع الاسطوانة بمقدار هسم وينفوق الاستيلين المذاب من الاسطوانات على الغاز الناتج من المولدات مسن حيث درجتي جفافه ونقاوته العاليتين ، وينبغي عدم تعريض اسطوانات الاسيتيلين الى المضوء المباشر أذ يؤدي ذلك الى رفع درجة حرارة الاسمسيتيلين غيتمدد داخل الاسطوانة ويزداد الضغط فبها زيادة

كبيرة وخطيرة ، وأذا شبت النار من أسطوانة المور أسيتيلين فينبغي غلق صمام الاسطوانة على الفور فاذا تعذر ذلك ، يغير أتجاه اللهب بحيث لايحدث منه ضرر ، وأذا مانشأ موقف خطير نتيجة أرتفاع درجة الحرارة داخل الاسطوانة فيجب تبريد الاسطوانة ميجب تبريد

## صمامات الاستطوانات: _

تزود كافة الاسطوانات بصمامات يعبأ الماز عن طريقها أو يسحب منها ويجب مراعاة التعليمات التالية عند تشميل الاسطوانة : _

 ١ ــ لفتح أسطوانة الغاز يدار الحمام مرتين
 أو ثلاثة بمقدار نصف دورة حتى يسهل غلقه بسرعة ف حالــة الخطــر ...

٢ _ يسمح لكل أسطوانة بان تخرج كمية صغيرة من الغاز لازالة ماقد يكون عالقا بصماعها من المواد الغربية قبل ترذيب غراطيم المسلمل وينهمي اثناء هذه العملية الايقف شخصص في مواجهة الصمام حتى لاتضره المسازات المتسمرية .

س ينبغي الكشف جيدا على الصمامات للتاكد من نظافة فتحتها ومن خلوها من أعصماغ الاسيتون وفي حالة وجود ذلك تنظف بقطعة من السلك ويسمح للصمام بعد تنظيف باخراج كميةصغيرة من الغاز لغرض التنظيف،

غ ــ لحماية الصمامات من العطب التسستعمل
 الالات الحادة أو مفاتيح الربط لفتحها وغلقها
 ولكن يتم ذلك باليد فقــط •

ه ـ يجب عدم تشغيل اسطوانات الاسيتلين بالايدي
 أو العدد الملوثة بالزيت أو الشحم خشــــية
 نشوب النار كما سبق شرحه •

٢ ــ أذا أمكن أدارة يد صمام الاسطوانة الــي
 اليسار أو اليمين دون أن يترتب على ذلك فتح
 أو غلق الصمام ، فإن الصمام لايعد صالحــا
 للتشخيل ومن ثم يجب أعادة الاسطوانـــة
 الــي المجيــــز .

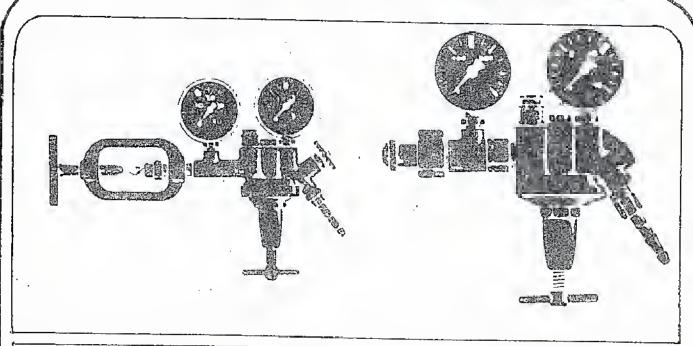
٧ _ يجب عدم أستعمال أسطوانات يتسسرب الفاز من صمامها •

٨ – الاسخاص الذين لم بكتسبوا خبرة مسن تشغيل أسطوانات الغاز ينبغي عدم السماح لهمم بتداول الاسطوانات أو الصحامات كما بنبغي الا يسمح العامل لزملائه بتداولها مالم ينالوا قسطا وافيا من المعرفة والتدريب في هسدا المجال -

## صمامات الشغط ( منظمات الضغط )

الضنوط العالية في اسطوانات الغساز (١٥٠كفم/سم في حالة الاوكسجين ومن ١٥ الى ٥ الى ٥ المحتمم /سم في حالة الاسيتاين المذاب لانتاسب اعمال اللحام ومن ثم يلزم توافر جهاز ملائم لخفض

## Pressure reducing valves (Regulators)



خافض منظم " ضغط اللرسيسيلين من النوع اللهادي المزحلة خافض" منظم «ضغط الاوكسيين من النوع الاجادي المرجلة

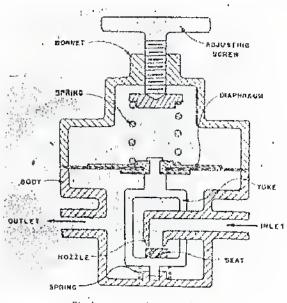
شکل رقسم (۳۱۰)

الضغط العالي للغازات بالاسطوانات كما في الشكل: (رقـــم ٣١٠)

ويربط خافض ضغط الاوكسجين بمسمام الاسطوانة بواسطة صموله Nut مشتركة ٠

أما خافض ضغط الاسيتلين فيربط بوصلة تشكيل كما بالشكل ٣١٠ وبهذه الكيفية لايمكن أن تركب بطريق الخطأ خافضات الضغط على الاسطوانة المغلوطية ٠

وباستعمال هذه الخافضات يمكننا الحصول على الضغوط المناسبة لعمليات اللحام وهي تتراوح بين ورح الى ٣ المكنم/سم٢ بالنسبة لغاز الاوكسجين و١٠٠ الى ٣ وكمم/سم٢ بالنسبة لغاز الاسيتلين ٠



"Simple stone regulator-marche type (schematic)

شکل رقــم (۲۱۱) خاهض ضامط ذو مرحلة واحدة

## توصيل هافضات الضفط وتشفيلها ع

١ ــ يسمح للاسطوانة بان تنفث كمية من الغاز
 لفتسرة قصيرة

٣ ـ يربط خافض الضفط بحيث يكون في وضع عمودي مـم الاسطوانة .

\$ - يدار مسمار تنظيم الضغط في أتجاء عقارب الساعة التي أن يحجج سائبا وحينات فقط ينتج صمام الاسطوانة ببطء وينحرف المؤشر عند ذلك ينظم مسمار خافض الضغط للوصول التي ضغط التشغيل المطاوب ،

عند فتح صمام التصريف في الشعل ينتث أعددة
 أنخفاض في الضغط ومن ثم ينبغي أعددة
 ضغط التشيفيل -

# أيقاف تشميل خافضات المسغط 8 المسغط ١ - يقفل صمام الاسطوانة أولا

٢ - يترك العامل صمام المشعل مفتوحا وينتظر
 ١لى أن تعود مؤشرات الضغط من الاسطوانة
 وضغط التشغيل الى الصسفر •

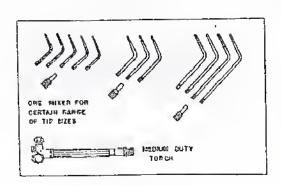
٣ - بعد ذلك يقفل كل من صمام التصريف في ما خافض الفسعط وحدمام التشغيل . خراطيم تصريف الفساز : -

تتطلب أعمال اللحام بالغاز أستعمال خراطيم توصيل بين الاسطوانات والمشعل ، وتصنع خراطيم خاصة لهذا الغرض من مطاط مكون من عدة طبقات مبطـــن بالقمائـــن •

ويختلف لون الخراطيم فهي حمراء بالنسبة للاصيتلين وزرقاء بالنسبة للاوكسجين ولايجوز المستختاء غراطيم الاستلبن لنقل الاركسجين لانها لانستخليج تحمل ضغط الاولشجين المالي ، وينبغي الانتقل أطوال خراطيم التصريف عن ه متر كما ينبغي الا يزيد طول غراطيم المضغط المنخفض على ينبغي الا يزيد طول غراطيم المضغط المنخفض على المتعمال المشابك الخاصة بذلك وبذلك تمنع الحوادث التي تنجم عن تسرب الغاز فجاة ، والقاعدة العامة هي التي تنجم عن تسرب الغاز فجاة ، والقاعدة العامة هي الليام المتخدام خواطيم تالفة وخاصة في أعمال المنابئ النابع تالفة وخاصة في أعمال المنابع المنابع

مشاعل اللحام : Torches

يتكون مشعل اللحام من مقبض وطرف واحد او من مقبض واطراف لحام متعددة كما في الشكل رقم (٣١٢) •



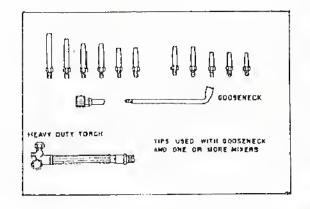
شکل رقم ۱۲۰۰۰

ويستخدم المسعل ذو طرف واحد في لحام المعادن التي يقل سمكها عن در ملم و أما المساعل

ذات الاداراف المتعددة فتستخدم للمعادن ذات السمك المتوع : وللحام مواد يتراوح سمكها بين ٣٠ الى١٠٠ ملم فقد صنعت خصيصا لهذا الغرض مشاعل لحامذات رؤوس غير متغيرة ، ومشمل اللحام الصغير ذو وزن خفيف وهو يصلح بصفة خاصة للحام المواد التي يتراوح سمكها بين ٢٠ الى ٢ ملم وتساعد خفة وزن مشمل اللحام على عدم اجهاد العامل ، وحينما يكون عامل اللحام معرضا لدرجات حرارة عالية اتناء اللحام ، يمكن استخدام مشاعل ذات رؤوسس خلويلة واحيانا نكون مضطرين لاستخدام مشاعل ذات رؤوسسا ذات رؤوس قصيرة نظرا لطبيعة وموقع وصلة اللحام المطلوبة وغيما يلي بعض انكال هسده الشاعل المفاصة :

LIGHT AIRCRAFT TORCH	
\$ 1==10e	CHE MIKER FOR WHOLE SET OF TIPS
	EKTENSIONS

شكل رقم ١٤٠٠ـ

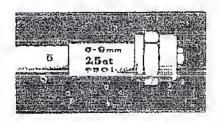


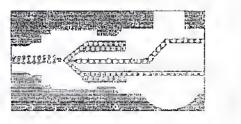
شکل رقم ۱۳۰۳ –

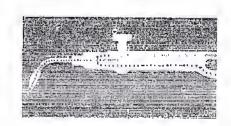
وعلى كل مشعل نطبع بعض الارقام تشير الى مدى مقياس فوهة المشعل Nozzie والى مدى السمك الذي يمكن لحامه بواسطته وايضا السمئ الذي يجب ضبطه عند خافسض ضغط الاوكسجين الذي يجب ضبطه عند خافسض الضغط عندما يكون صمام الاوكسجين مفتوحا وكذلك حجم الاوكسجين الذي يستهلكه المشعل كمسا بالشكل رقم (٣١٥) و ولما كان ضغط الاوكسجين يريد على ضغط الاستيلين فإن الاوكسجين يسحب يزيد على ضغط الاستيلين فإن الاوكسجين يسحب غرفة الخلط وفي انبوب الخلط كما بالشكل ١٦٠ ويدفع به داخل غرفة الخلط وفي انبوب الخلط كما بالشكل ١٦٠ ويدفع المنتط

الأوكسجين والاسيتلين بنسبة ١:١ تقريب اي أن

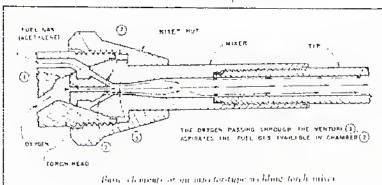
استهلاك المشعل للاسيتان بنفس مقدار الأوكسجين ،







شکل رقم ۱۳۱۳-



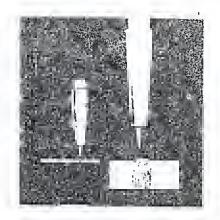
شکل رقم ۱۷۰۰۰۰

Mixing Chamber

## لهب اللحام :-

تعتمد درجة اللهب على نسبة خلــــط غازى الاوكسجين والاسيتلين ولكن عموما بالنسبة للهب المتعادل تكون مناطق اللهب كما بالشكل رقم (٣١٨) ويشمل القلب الداكن والمخروط المتوهج اللامم المحيط بالقلب ثم غلاف اللهب المحيط بالمخروط وتختلف درجات الجرارة داخل مناطق اللهب فتكون حوالي ١٠٠٠°م في داخل مخروط اللهب ، وخلف مخروط اللهب تبلغ حوالي ٣٠٠٠٠م وفي مركز اللهب تكون حوالي ١٨٠٠مم ٠

منطقة اللحام تأثير ضار على المعدن المنصهر نتيجة لوجود غاز الاوكسجين او الاستيلين غير المحترق بينما تؤثر درجة الحرارة العالية داخل منطقسة اللحام تأثيرا حسنا عليه • وينبغي أن يكون مخروط اللحام على مسافة تتراوح مين ٢ الى ١٠ ملم مـن قطعة العمل وتتوقف هذه المسافة على مقاس فوهة Nozzle اللحام م اي ان تكون المسافة بين اللهب وقطمة العمل صغيرة عند استعمال طرف لحام سغير وكبيرة عند استعمال طرف لحام كبير كمسا بالشكل رقم ١٩٠٠ •



المنافة ببن عروط المناع والعدلة

## شکل رقم _٣١٩__

ويمكن تنظيم لهب اللحام مديث تصبح نسبة الاسبتلين اعلى من نسبة الاوكسجين ويصبح أنلهب مخترل او ان نكون نسبة الغازين متساوية ويكون في هذه الحالة اللهب متعادل او ان تكون نسببة غاز الاوكسجين اعلى من غاز الاسيتلين ويكون اللهب في هذه الحالة مؤكد كما بالشكل رقم (٣٢٠)



داخل لهدے اللحام

## شکل رقم ۱۸۰۰-

وهذا يوضح ضرورة مراعاة عدم ملامسة قطعة العمل لمخروط اللهب اذ تصل درجــة الحرارة في هذه المنطقة الى حدها الادنى وينبغي من الناهية الاخرى الانكون المسافة بين مذروط اللهب وقطعة العمل كبيرة لان درجة الدرارة خلف منطقة اللحام تتخفض انخفاضا ملحوظا •

ولدرجة حرارة اللهب داخل المخروط وخلمف

اعلى غيدل ذلك على هدوث ارتداد الاوكسيجين من المشيال .

## نبريد مشاعل اللحام اسم

ييرد مشمل اللحام الساخن في داو او وعماء مناسب ويراعى في اثناء التبريد أن يكون صدمام الاوكسجين مفتوحا ، وأن يكون ممام الاستيلين مظقا ولتبريد انبوب الظلط يغمر رأس مشمل اللعام حتى نقطة التصاله بالمقبض ولايجوز تبرود مشمط اللحام اذا كان صمام الاوكسجين مطفا والاغسان المشمعل يمتحل المله ع وعند أعادة فتسسح صمامي المشمل عسرعان مايندفع الماء من فتحة طرف اللحام ومن ناحية المترى ينبني عدم تبريد مشمل االحسام اطلاقا في اثناء فتح صعام الاسيتلين عتى لايتكون غلز الاوكسي هيدروجين في هذه العتالة غيتسبب أذا ما استحل في وتوع انفجار قد يصوب غشاء علمِك ة الألفن ، وترتفم درجة حرارة كل من مشمل اللحمام وأخوبة الخاط المدنية ارتفاعا طعوظا ــ عند لحام قطعة عمل يزيد سمكها عن ١٠ ملم و في اللحسام الركني وفي اللحامات الأخرى التي ينحبس نيها لهب اللحام كرنا ضمطا مرتسدا فاذا ما تجاوزت درجة الدرارة حدا معينا ، فان الغاز بشتمل بالمعلى داخل المشعل بتأثير جدران رأس اللحام الساخنة ونتيجة لذلك تصدر عن الشعل اصروات عالية ، وتعرف هذه الظاهرة بالانفجــــارات ذات المومض المظفى أو الاشتمال الرجوعي و فاذا لم يبرد رأس

Popping: = esis ( Eller)

اللهام على الفور _ يصدر المشعل اصوات على فترات اقصر ، وتكون هذه الاصوات مشابهة للاصوات التي تصدر عن بندقية سريعة الطلقات ، عند ذلك يجب غلق كل مسن صمامي الاسية! ين والاوكسجين بمشعل اللحام بسرعة ثم يبرد المشعل في الماء مع جمل صمام الاوكسجين مفنوحا ،

هذا وقد يتكون الومض والانفجارات التسي ترند داخل المشمل نتيجة ارتطام طرف اللحام بقطعة العمل أو ان تكون فتحة طرف اللحام Nozzle غير صالحة للتشاخيل كأن تكون أصبحت غير دائرية او تكسرها القشور لذلك ينبغي الحافظة على فتحة طرف اللحام في حالة صالحة للتشغيل و

من ناهية اخرى يجب مراعاة الايتم تنظيم الضغط المدد للاوكسدين بطبقا للمقدار المدموغ على رأس اللحام الاعتدما يكون صهام الاوكسدين بالمشمل هفتوها وبحيث يصبح الضغط الناتج هو الخديمة السائد في اثناء اللحام واذا اريد نقصير هجم اللهب الصادر من رأس اللحام فيغفي عدم تصغيره بدرجة تزيد عن الحد اللازم والا أرتد الدريق الى المشمل بسبب انخفاض سرعة تصريف المناز انخناضا كبيرا للغاية و

## Filler Rod Fight is no

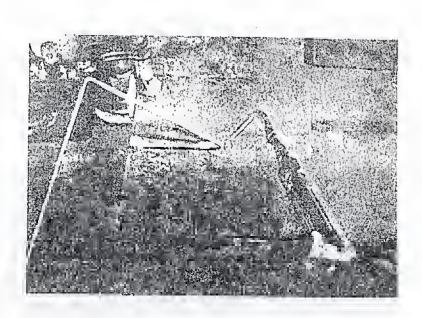
يتكون خط اللحام من معدن قطعة العمل ومعدن المليء وهو مبارة عن سلك او سيخ Rod وهو متاح تجاريا على شكل لفات سلك او ربطات

اسياخ ويختلف سمك معدن الملى، من ١ الى ٢ ملم، ويلزم حماية اسياخ اللحام من الصدأ والتلبوث للحصول على وصلة لحام خالية من العيوب والخبث، كما وان هذه الاسياخ تكون ذات مراتب مختلفة فمنها يعطي وصلة لحام جيدة ولكن بصلادة قليلة تمكن من عمليات التشغيل بعد اللحام باستعمال المبارد والمثاقب وخلافه و واخرى لاتعطي وصنلة لحام جيدة ولكنها تمتاز بصلادة عالية ولايمكن تقسطيها الا بعدد خاصة وكما انه هناك انواع تعطى وصلة لحام جيدة وذات صلادة عالية جددا

ولايمكن تشعيلها بعد اللحام الا بواسطة احجار الجلخ •

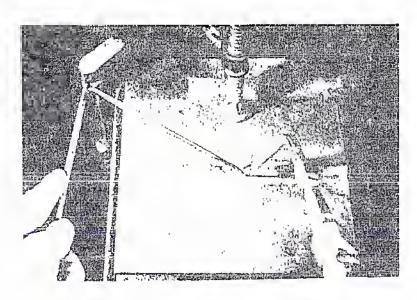
## اللحام الامامسي

وفيه يتحرك مشعل اللحام خلف سيخ معدن الليء في انتجاء اللحام بحيث يكون مشعل اللحام مائلا بزاوية وي وسيخ المليء بزاوية من ٢٠ السي وي في الانتجاء الاخر ، وفي هذه الحالة يكون حجم المعدن المنصور عند وصلة اللحام صحيعيا والذي ينتج عنه وصلة لحام ناعمة وهذه الطريقة يفضل استخدامها في لحام الالواح ذات السمك القليل حتى ٣ ملم •



شکل رقم ٢٣٣٠

## اللحام الخلفي

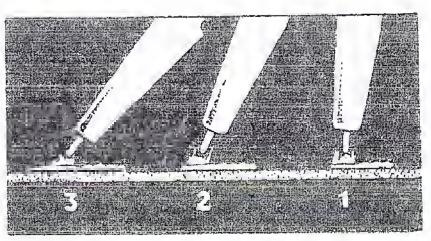


شكل رغم ١٣٢٣-

ونيه يتحرك مشعل اللحام امام سيخ الملسى، في انتجاه اللحام ويكون المشعل مائلا بزاوية حوالي ٥٤٠ وسبخ الملى، بزاوية تتراوح بين ٣٠٠٠، وهذه الطريقة نعطينا سرعة لحام كبيرة وممكن الحسول على وصلة لحام جيدة ويستحسن استخدام هذه

الطريقة في لحام الالواح التي يزيد سمكها عن ٣ ملم .

ويلاحظ أن أهمية زاوية ميل المشعل واللهب براوية عنه " يتضم من الشكل رقم (٣٢٤) .



شكل رقم _ ٢٢٤_

- + >

هذا ويجب الاخذ بنظر الاعتبار الملاحظات التالية:

أ _ أذا كان لهب اللحام عمردي على الوصلة ومركز على حوض المعدن ففي هذه الحالة لايستطيع المعدن المنصهر أن ينساب الى الأمام •

ب ـ اذا كان لهب اللحام مائلا بزاوية 63° نجد في هذه الحالة ان اللهب يقوم بتسخين قطعـة العمل في اتجاه حركة المشعل تسسخينا متقدما مسريعا ٠

ج _ أما أذا مال لهب اللحام بزاوية اكبر ففي هذه الحالة يكون المعدن المنصهر معرض للانزلاق اللى الامام هوق أجزاء من المعدن لم يسبق شخينها بدرجة كافية ومن ثم تصبح اللحامات الناتجة غير مقبولة •

وعموما يجب مراعاة مايلي اثناء عملية

أ _ ينبغي العمل على تكون حوض المعدن المنصهر
 من معدن قطعة العمل اولا ثم يغمس فيها سيخ
 اللحام بعد ذلك لينصهر •

ب _ لايسمح لسيخ اللحام بان يقطر بل يغمس في حوض المعدن برفق ثم يسمح له بالانصهار فيسه في اثناء الغمس فقط م

ج ـ بحرك المشعل بثبات ودون أن يسمح لــه بالاندراف الى أي جانب ٠

تحضير الحواف 3 - ` اولا في اللحام الامامي

ا المواف

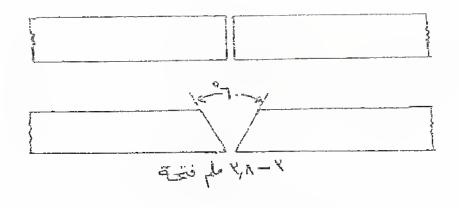
۸ور ۷ ملم فیکی از

شکل رقم ٢٠٥٠ـ

وفيما يلي جدول لبغض معدلات اللحكام الامامي :ـــ

المحوالات	استهلاك الاوكسجين والأسينتين أغر / سساعة	فسفط فليط غازي الاوكسمين والاستدان بسسار	هفاس طرف آاکسطی	معك المدن
A	۸۶	\$١ر٠	٩ر •−١	٩ر٠٣٠١
A	٥γ	\$١ر٠	701-7	
В	۲۸	۱۱ر۰	77	عر ₇ ۔۔۔۳
Ū	15+	\$١ر٠	٣٠ ٣ – ٥	
C	* * †	÷۱۱،	7ر 7٧	Ź
С	۲۸۰	۱۲ره	\ ·	

ثانيا في اللحام الخلفي



شکل رقم ٢٣٦٠-

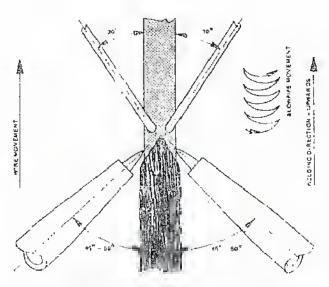
	تحضير	استهلاك الاوكسجين والاسيتلين	ضدفط خليط غازي الأوكسجين والاسيتلين بسار	مقاس طرف الشــعل ملــم	سوك المعدن
		لنز / ساعة			
Ī	A	٣٧٠	۸۲٫۰	17-0	ار ځــ۲ر۸
	A	۰۲۰	۸۳٫۰	٥ر ٢١٨	
	A	V1+	7360	۳ر ۸_۲۰	
	В	1 • • •	۳۲ر۰	ro_1+	۲ر٨_٥١

اللحام الرأسي

يلاحظ ان تحضير الحواف من العمليات المكلفة في اللحام حيث تحتاج الى وقت وتستهلك كمية ائبر من معدن الملىء والغازات المستعملة على حيث تستهلك المواف المربعة الشكل والتي لاتحتاج في الغالب الى عمليات تشغيل تستهلك كميات قليلة من معدن الملىء والفازات المستعملة الا انها محدودة بحد اقصلى

لسمك المعدن ٢ر٣ ملم في اللحام الامامي متسلا ولكن في اللحام الرأسي نستطيع اللحام بدون عمل لا الى الله شمك ١٩ ملم هذا ويمكن الوصول بها الى عد سمك ١٩ ملم اذا اتبعت طريقة اللحام بواسطة عاملي لحام في نفس الوقعت حسب الشسكل رقم (٣٢٧) ٠٠٠

شدکل رقام ۱۳۲۷ –

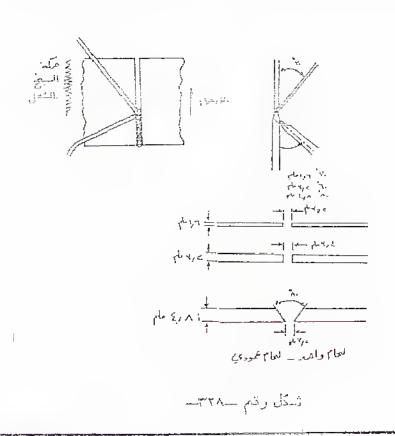


DOUBLE-OPERATOR VERTICAL WELDING

واللحام الرأسي بواسطة عامل لحام واحده ولحد سمك مرع ملم لايحتاج الى مهارة عالية للتحكم في حوض المعدن ويمكن تتفيذ اللحل متقدم على اسفل الى أعلى ويكون سيخ اللحام متقدم على اللهب كما في اللحام الامامى او ان يكون من اعلى السيفل حيث يمكن الاحتفاظ بحوض المعدن في مكانه بواسطة ضغط اللهب نفسه وفي هذه الحالة يكون سيخ اللحام خلف اللهب كما في اللحام الخلفي ، وفي طريقة اللحام عن اسفل الى اعلى يكون على عامل اللحام استخدام المعدن المتجمد يكون على عامل اللحام استخدام المعدن المتجمد للتو واللحظة كساند الى حوض المعدن المتخون وان يرتقي بهذا الوضع ماعدا الى اعلى وعليه ان يلاحظ في البداية تكون مايشبه الفقب في وصلة اللحام

في حالة لحام الواح ذات سمك قليل يلاحظ ان تكون حركة المشعل قليلة بين جانبي وصلة قطعة المعلى الما اذا زاد سمك الالواح فتكون حركسة المشعل عادية على هيئة اقواس مترددة بين جانبسي قطعة العمل للحصول على صهر جيد لوصلتي قطعة العمل ل

ايضا يلاحظ ان الزاوية بين المستوى الرأسي لقطعة الممل وبين المشعل تزداد بزيادة سمك قطعة الممل كما بالشكل رقم (٣٢٨) •



## أللمام بواسطة عاملي لمام

في هذه الحالة يقوم أثنان من عمال اللحام متنفيذ الوصلة في نفس الوقت وتجهز المشاعل من نفس الحجم وايضا يراعى ان يكون ضغط خليط الغاز متساوي ويفضل ان تكون تغذية الغازات من نفس المصدر ويمكن في هذه الحالة استعمال طرف مشعل ذو مقاس اصغر بالنسبة لسمك المعدن وايضا يكون استهلاك الغازات اقل مما لو تم تنفيسذ الوصلة بواسطة عامل لحام واحد ، ويوجه المشعلين على زوايا متساوية من خط اللحام كما بالشسكل رقم (٣٢٩) .

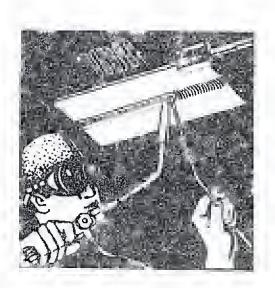
ومن ميرات هذه الطريقة انه يمكن احام الواح فات سمك كبير ولحد ١٦ ملم بدون تحضسسي

المواف كما يمكن توفير معذن الملسى، والغسازات المستعملة في حدود ٥٠/ ·

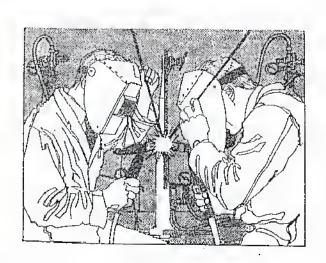
## اللحام فوق الرأس

في اللحام غوق الرأس يجب ان يكون طرف المسمل قريب للغاية من حوض المعدن والزاوية بين المسمل وقطعة العمل تقريبا متعامدة او مائلة قليلا على المستويين المتعامدين على قطعة العمل كملا الشكل رقم (٣٣٠) -

ويلاحظ انه في هذا الوضع يكون الحصول على تداخل جيد penetration على تداخل جيد لان اللهسب المحللوب لعمل تداخل جيد يكون من الصعب العمل به خشية تساقط معدن اللحام المنصهر



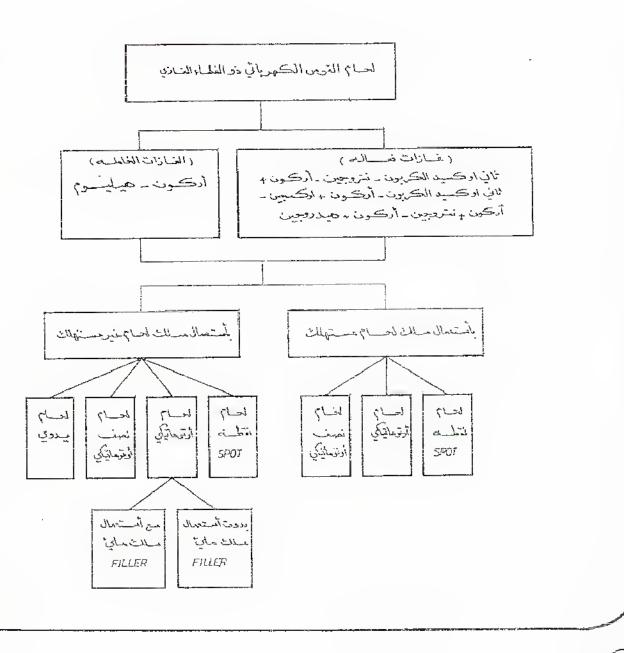
شكل رقم ۲۳۰



شكل رقم ۲۲۹

سابعا: العارق المحديثة في اللحام 6 اعسداد المهندس / على احمد مصطفى على احمد مصطفى لحام الغاز الخامل — لحام بثاني اوكسيد الكربون — لحام بخليسط مسن الغازات

لقد تظافرت الجهود والمحاولات لاستعمال طرق اقتصادية وسريعة في عملية عزل قوس اللحام عن الجو المحيط بواسطة استعمال الغازات الخاملة او التي لانتفاعل مع حد من المعدن المنصهر والمخطط الاتي يوضع تصنيف كامل لاستعمال الخطاء الغازي لقوس اللحام •

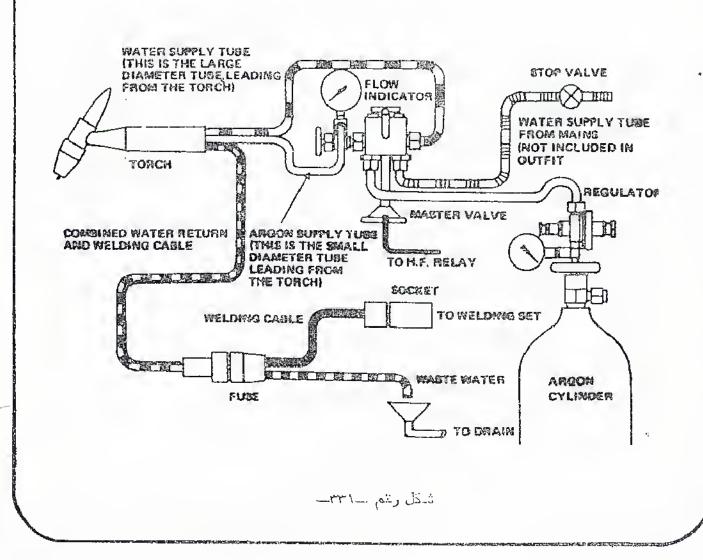


1 ـ لحام الفاز الخامل باستعمال قطب من فصد خاصة من مسحوق اللحام Flux دات تأثير سيء التنجستين غير المستهلك ولحام قوس البلازها من نامية التآكل Corrosive ولقد امكنن باستعمال قطب من التنجستن يعلفه تيار من غاز الأركون ألخامل لحام مثل هذه الانواع من المعادن وكذا مجموعة كبيرة من السبائك الحديدية بدون

وفيما يلى رسم تخطيطي لماكنة اللحام بالاركون

Tungsten electrode, Inert Gas shielded welding processes (TIG), and plasma arc process

من المعروفان لحامالالمنيوم وسبائك المعنيسيوم بواسطة لهب الاوكسي استيلين او بواسال استعمال Flux . القوس الكهربائي البدوي محدود باستعمال انسواع



وفي هذه الطريقة من اللحام يستعمل المتيار المتقطع A.C. في لحام المادن ذات السطوح المؤكسدة مثل الالنبوم وسيسبائكه واسغنيسيوم وسبائكه والبرنز الالنيومي بينما يستعمل التيار النابت D.C. في لحام الصلب الكربوني والصاب السبائكي والصاب المقسد أوم للحرارة والفولاذ والنحاس وسعائكه والنيسكل وسبائكه والتيتانيوم والزركونيوم والفضة وفسي هذا النوع من اللحام يتكون القوس الكهربائي بين قطب من النتجستين غير مستهلك وبين قطعة الممل بينما يغطى القوس وحوض المدن وساك اللحسام بتيار مستمر من غاز الارجرن الخامل يعزل منطقة اللحام عن الجو وميزة قطب التنجستين الحار أنه يؤين ذرات غاز الارجون ويتكون بنسب متعادلة من الاليكترونات والايونات الموجبة ويصبح تيار بلازمي غازي ، وعلى عكس القوس الكهربائسي الاعتيادي غان قطب التنجستين لاينتقل الى معدن النسطة ويتبض بكميات ضنيلة للماية ولذا يحسره بانه لنطب غير مستهلك _ وفي الغالب تضاف كميات ضئيلة من بعض العناصر في صنع قطـــب المتجستين لتحسين اطلاق الاليكترونات ٠

#### ماكينات اللشام بالارجون

مناك نوعيات مختلفة من ماكينات اللهــــام مالارجون ولكن اكثر الماكينات استعمالا هي الماكينات

النصف الاوتوماتيكية وفيها يكون التحكم في المشعل يدوي ولكن تغذية سلك اللحام اوتوماتيكي وكذا انبعاث غاز الارجون المغلف بطريقة اوتوماتيكية وتتكون الماكينة من ثلاث وحدات رئيسية هي وحدة انتساج القصوة Source ورحدة تغذية سلك اللحام والماز wire feed unit ومشعل اللحام الفاز والقابلو وصوندات الاخرى مثل اسطوانة الفاز والقابلو وصوندات الناز واجهزة النحكم والقياس والتياس والتياس والقياس والتياس والت

#### وهدة أنتاج القوة Power Source

وهي الوحدة القادرة لاعطاء التيار الكهربائيين بالمواصفات المطلوبة لعملية اللحام ومجهزة لتمكين أنتقال معدن سلك اللحام الى قطعة العمل سواء بطريقة الرش أو الدسس المتنانات به بانك تا الاستلاع وطاقة هذه الماكينات تتراوح مابين ١٥٠اليي ١٠٠ أمبير وهولتيه الدائرة المهتوحة مابين ٢٠ الي٠٠٠ هولت وتنتج تيار ثابت او متردد وحسب الطلب ٠

#### وهدة تغذية سلك اللحام Wire Feed Unit

هذه الوحدة تتحكم في معدل سرعة تغذية سلك اللحام والغاز الى مشعل اللحام كما أنها مصمة بحيث يعكنها النعامل مع أسلاك لحام ذات نوعيات واقطار مختلفة ، فهناك اسلاك الالمنيوم والنحاس

الطرية وهناك أيضا اسلاك الصلب السبائكي ذو الصلابة الشديدة وعادة تكون أقطار الاسسلاك المستعملة في مثل هذا النوع من الماكينات تتسراوح بين ٢ر٠الي ٢٦ ملم ٠٠٠

#### وشدهل اللحدام

هناك تصميمات واشكال مختلفة لشعل اللحام حسب طبيعة وظروف العمل ولكنها كلها تشترك في أن مشعل اللحام يمكنه بتغذية السلك والعسساز بالمعدلات المطلوبة و وغالبا مايكون مشعل اللحام مبردا بالماء أو الهواء غير أن المشعل المبرد بالماء نجده ثقيل الوزن ومتعب أثناء العمل و

مناك أيضا بعض التصويمات الحديثة اشكل اللحام مثل المسلم السدي تعمل بداخله تربينه هوائية تساعد وحدة التغذية في سحب السلك بصورة منتظمة ودقيقة • كما وهنالك المشاعل التييمكن عن طريقها التحكم في وحدة التغذية وهي توفر لعامل اللحام الجهد والتوقف عن العملل للذهاب الى وحدة التغذية بين فترة واخرى •

#### الغسازات المستعملة

يستعمل غاز الارجون بدرجة النقاوة التجارية وهم ٩٩٨/ في لحام المعادن السابقة الذكر ولكن في لحام معدن التيتانيوم يتطلب نقاوة تامة لماز الارجون و وأذا أضيف غاز الهيدروجين بنسبةه / الى الارجون فان ذلك يعطى سرعة لحام أعلى أو أختراق penetration أكبر في لحام الفنرلاذ stainless steel

ويمكن أستعمال غاز النيتروجين في لحام النحاس، على قطعة عمل من النحاس غير المؤكسد فقط وفي الامكان أيضا أستعمال غاز الهليوم في لحام الإلمنيوم وسبائكه ولحام النحاس ولكنه اكتسر كلفة من غاز الارجون نظرا لقلة كثافته واحتياج عملية اللحام الى حجم أكبر من نظيره غاز الارجون حتى يتم غطاء القوس الكهربائي بدرجة كافية وأن أي تفيير قليل في طول القوس يؤثر بدرجة كافية كيرة على ظروف وحالة اللحام ولذا نرى أن اللحام اليدوي بغاز الهليوم ليس بسهولة اللحام بفيار الهليوم ليس بسهولة اللحام بفيار الهليوم وباستعمال تيار ثابت يعطي تداخل أو أختراق أكبر وسرعة لحام عالية والماء المناو وسرعة لحام عالية والمناو المناو المن

#### اسس التشفيل 8

يفضل دائما أن يتم تنظيف السطح قبل اللحام بواسطة البخار أو السوائل المنظفة أو بطـــرق ميكانيكية من أي زيوت او شــحوم أو دهـــون أو مـــدا

ولانطلاق القوس يتبع أحدى الطرق الاتية : ١ ــ نبدأ بتماس للحظة واحدة بين قطـــب التنجستين وقطعة العمل ثم يسحب الى الـــوراء 
مسرعة لمسافة قصيرة ٠

٢ ـ باستعمال جهاز خاص يطلق شرارة بــــين القطب وقطعة العمل يسهل بعدها أستمرار القوس وفي حالة أستعمال التيار المتردد في اللحام .A.C فابه يفضل أستخدام جهاز منظـم القوســـــ

high-frequency arc stabilizer

واستخدام الطريقة الثانية في أنطلاق القوس ٠

أما في حالة أستعمال تيار نابت في اللحام .D.C. ففي الغالب لانحتاج الى أستخدام مثل هـــده الاجهزة ولايقاف عملية اللحام بسحب المسل او سريعا الى الوراء بعيدا عن قطعة الممل او بقطم التيار الكهربائي و وغالبا ما تتبع الطريقة الاولى في حالة استعمال تيار مستمر .D.C أما الطريقة الثانية فهي مناسبة عند أستعمال تيار متردد .A.C

أن أستعمال معدن للملى، Filler metal يعتمد على سبك قطعة المعل وتسميم الوعساة وخصائص وصلة اللحام المطلوبة ، وفي حالسة أستعمال معدن للملى، فإن ذلك يتم بصورة مشابهة للحام الاوكسي أسيتلين فيتم تغذية معدن الملى، ميكانيكيا أو يدويا من جانب القوس لينصهر فسى

حوض المحدن السائل ٠

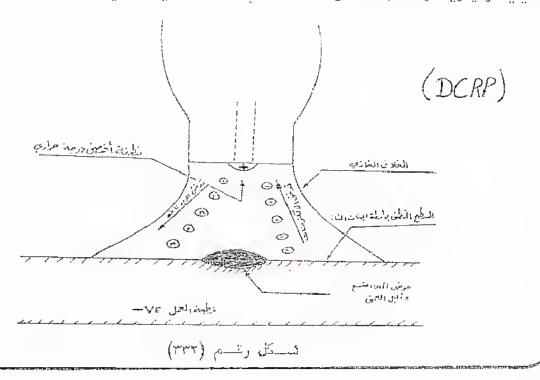
استممال تيار مستمر وقطبيه ممكوسة

Direct current reverse polarity (D.C.R.P.)

من المعروف في استعمال الغازات الخاملية
وخصوصا في لحام الارجون وباستعمال D.C.R.P.
عند لحام معادن ذات أكاسيد فخارية

Refractory oxides مثل الإلمنيوم وسبائكه فانه بمد عملية اللحام تظهر منطقة لامعة ونظيفة على جانبي خط اللحام تصغر أو تكبر حسب خصائص القوس والغازات المستعملة ٠

وتحالل اخريري أن هذه الخاصية نتيجة قدف



أيونات الغاز الخامل المندفعة الى قطعة العملل السالبة وهي صورة مصغرة لعملية التنظيف بالرمل Sand blast ومما يرجح هذا الرأي هو تشابه السطح اللامم تحت الميكروسكوب بالسطح المنظف بالرمل وان تأثير هذه العملية على سطح المحد في حالة أستعمال غاز الهليوم أو الارجون متناسب تقريبا مم الاوزان الذرية للغازين ٠

وعملية تنظيف السطح أثناء عملية اللحام تلعب دورا هاما في لحام معدن الالمنيوم وسلطائكه والمنسيوم وسبائكه والتي يصعب لحامها بطرق أخرى بدون أستعمال Flux مناسب لازالة طبقة الاوكسيد و وعندما يكون قطب التنجستين متمل بالقطب الموجب D.C.R.P. فللمنازونات المتدفقة من قطعة العمل تصطدم به وتزيد من درجة حرازته و

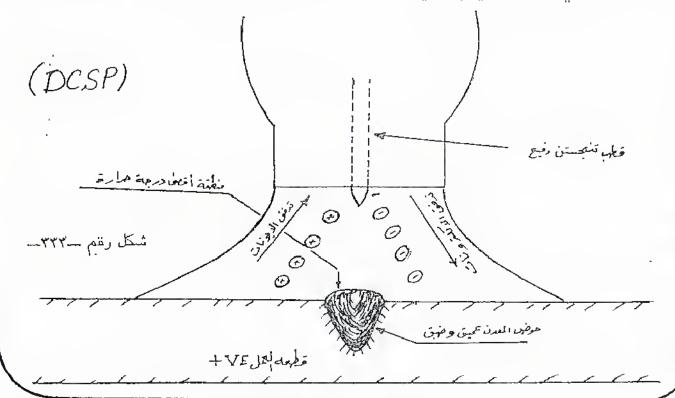
ولذا نرى أنه في هذه الحالة يجب أن يكون قطر

تطب التنجستين كبير لحد ما فيكون بحدود 1/ انتج تقريبا عند لحام قطعة عمل من الالنيوم سمك 1/٨ أنتج وبتيار ١٢٥ أمبير • وحيث أن الاليكترونات في هذه الحالة تسخن قطب التنجستين بدلا من قطعة العمل فنرى أن حوض المحدن متسم وذو عمق قليل وهذه الطريقة D.C.R.P. قليلة الاستعمال لانها تستهلك أقطاب التنجستين سريعا ولكنها تفيد في لحام رقائدة المحادن •

#### استعمال تيار مستمر وقطبية معتدلة

Direct Current Straight Polarity D.C.S.P.

في هذه الحالة يكون قطب التنجستين متصل القطب السالب وعليه فان تدفق الاليكترونات يكون من قطب المتنجستين الى قطعة العمل المتصللة بالقطب الموجب وبسرعة عالية • ويتدفق تيار من أيونات الغاز الموجبة في أتجاه قطب التنجسستين



ولكن بسرعة منخفضة وعند أصطدام الاليكترونات بقطمة العمل فان فلك يولد حرارة تزيد من درجة حرارة القوس وبذلك تسخن قطعة الممل بدرجه اكبسسر .

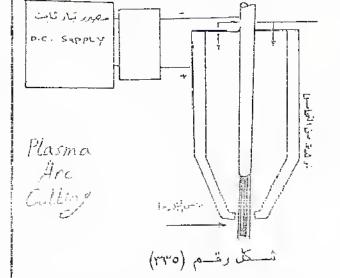
بر وتستعمل هذه الطريقة D.C.S.P. في لحام جميع المعادن عدا الالمنيوم والمعنيسيوم ويكون دوض المعدن في هذه العالة أعمق واضيق من الحالة السابقة D.C.M.P. وعليه تكون الاجهادات الداخلية اقل تركيزا وشدة وتنخفض مشاكل الشقوق الحارة hot cracking الحارة

في هذه الحالة أيضا تكون سرعة اللحام عالية وتقل يمورة كبيرة مشاكل التشوه والالتواء -

ولكون الحرارة المتكونة في القوس اعليه. عند قطمة السل فأنه يمكن استعمال التحليار رقيقة من النتجستين عن الحالة السابقة •

أستعمال تبأر متردد Alternating Current

في هذه الحالة تتبادل عطمة العمل وعطــــب التنار وتكون القطبية بينهما بمعدل تردد التيار وتكون



درجة الحرارة متساوية في كلا الجبتين ولهذا يكون

عمق وسعة حوض المعدن متوسط بين الحالت_ين

لدام قوس البلازما Plasma Are Process

يكسون الغاز في حالمة متأنيه اذا كانت ذراته

أو جزيئاته قد اكتسبت شعنة كبربائية سواء تم

المناصر يمكن أن تتاين بالتسخين عند درجات

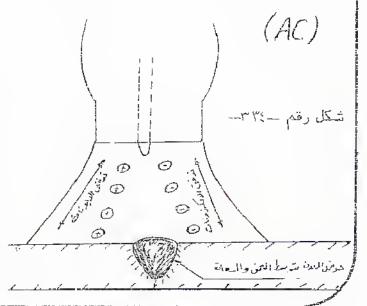
حرارة مختلفة ويسمى هذا (التأين الحراري)

السابقتين وكذلك أيضا قطر قطب التنجستين ٠

ويختلف عنصر عن الاخر في كمية الحرارة المطلوبة حتى يتم التاين بتركيز معين فمثلا غاز الارجون يسهل تاينه عن غاز الهليوم م

وفي كتلة محددة من غاز متاين توجد الالكترونات والايونات الموجبة والذرات المتعادلة سوية •

ويتنصد بالبلازما هي حالة الغاز المتاين والمتعادل الشحنة بمعنى أن عدد الالبكترونات متعادل معدد الايوناتوفي هذه الحالة (البلازما) ـ تكون موصلة



بكرات ويكون أحد أقطاب الدائرة الكهربائية وهــو غير مغطى وننستعمل غازات لتغليف القوس منها غاز الارجون وثاني اوكسيد الكربون او خليط مــن غاز الارجون مع الاوكسجين أو ثاني أوكسيد الكربون • ومصدر القوة ومعدأت اللحام شبيه بمعدات لحام قطب التنجستين TIG فيما عدا مسلمل اللحام ونوع التغذية بالغاز وفي لحام تنشأ الصعوبات أذا زادت شدة التبار عن ٣٠٠ أمبير ولكن في لحام MIG لاتظهر هذه المشاكل ونستطيع القيام بلحامات كبيرة بطاقة عالية في معسدلات ترسيب معدن اللحام ويستعمل غاز الارجـــون بصورة خاصة في لحام الرقائق في حين يفضل غاز الهليوم في لحام المعادن السميكة ذات التوصيدك الدراري الجيد مثل النحاس وسبائكه والالمنيوم. أما غاز ثاني أكسيد الكربون يستعمل بصورة رئيسية في لحام الحديد والصلب ومميزاته أنه يعطي سرعة المام وأختراق أو تداخل جيد وينتج وصلة لحام جيدة ومطابقة للمقاييس العالمية في حالة الفحص بواسطة X-Ray كما أنه أرخص في التكاليف • غير أنه من عيوبه زيادة التطشر مالم يكن القوسس قصير جـــدا ٠

كهربائيا وتتاثر بالمجالات المغناطيسية الكهربائيسة وللحصول على قوس البلازما يوضع قطب التنجستين متمركز في فوهة Nozzle من النحاس مبردة بالماء ومتصلة بالقطب الموجب كما في الشكل ٣٣٥ ويستعمل قوس البلازما في قطع المعادن وذلك بتصميم خاص للمشعل وميزة قوس البــــالازما خصوصا عند أستعمال تيار منخفض من ١و٠ المي١٥ امبير Micro-Plasma Arc يكون القوسس اكثر أستقرارا من قوس TIG _ كما يلاحظ أن قوس البلازما ذو شكل أنبوبي ويتراوح طوله مسن هو الى ١٣ ملم في حين يكون قوس TIG مخروطي الشكل ومعنى ذلك أنه في لحام البلازما لايؤثر طول القوس على عملية اللحام والحرارة الناتجة م ويكون القوس مركز في مجال ضـــــيق ويعطى حوض صغير من المعدن المنصهر ، ويستعمل في لحام الفولاذ والحديد المقاوم للحرارة والنيكل وسبائكه والتيتانيوم والزركونيوم والممادن النادرة ٣ ــ تمام الفاز الخامل المعدني وثأني أوكسيد الكاربـــون وخليـط الفارات Metal Inert Gas (MIG), CO2 and Mixed Gas Processes يستعمل في هذا النوع سلك مستهلك ملفوف على

#### ثأمنسأ

# // اللحام الناجح وكيفية تحقيقه // المحام الناجح وكيفية تحقيقه // اعداد المهندس / علي أحدد مصطفى

يمكن القول بان عملية اللحام ناجحاة أذا أستطعنا الحصول على وصلة لحام ذات متانعة أذا Strength أعلى من المعدن الاصلي بحيث أذا تعرضت الوصلة لاجهادات زائدة لاي سبب سواء كان لسؤ المتحميل أو لمرض الاختمار فان أنهيار المعدن يجب أن يكون بعيدا عن وصلة اللحام وعن منطقة التاثير الحراري لوصلة اللحام و

وللحصول على وصلة لحام جيدة فان ذلك يعتمد الى حد كبير ليس فقط على كفاءة اللحام وأمكانياته الفقية ولكن أيضا على مدى أهتمامه واعتنائه بعملية اللحام والتحضير لها و وفي الغالب فانكثير منعيوب اللحام تكون نتيجة أهمال اللحام وعدم ملاحظت وأنتباهه أثناء الدمل للتغيراتالتي تطرأ على فلروف العمل وكما يجب أن لايغيب عن الذهن أنه ليسس معنى اللحام الجيد أن نصرف جهد ووقت وتكاليف زائدة في وضع كمية زائدة من معدن اللحام نحن في غنى عنها بل أن ذلك يعتبر من عيوب اللحام والتي تكون سبب في زيادة التشوء لقطعة العمل و ولكسن اللحام الجيد هو الذي يتم بالصورة الصسحيحة والكافية لتانة الرصلة المطلوبة وكذلك باقل تكاليف

مشأكل اللهام وطرق التغلب عليها 8 ا - م مظهر اللحام وشكله الخارجي

قد يكون مظهر وشكل اللحام الخارجي من أكثر الاشياء الملفتة للنظر وعليه يعتمد الى حد كبير على مدى الثقة في وصلة اللحام سواء كان ذلك من قبل المفتش Inspector

#### أسسابه

١ - عدم الاعتباء بتنظيف اللحام بعد الانتهاء من كسل تمريره pass -

٢ --- عدم التحضير الجيد لحافات وصلة اللحام •
 ٣ -- ضعف الامكانيات الفنية لعامل اللحام
 غ -- عدم ضبط التيار المناسب •

ه ــ الاخفاق في أختيار نوع السلك المناســـب
 حسب معدن قطعة العمل ونوع ووضع اللحام •

#### المسادح

۱ ــ الاهتمام بتنظیف الخبث الاهتمام بتنظیف الخبث الخبات بعد کل تمریرة التعلقات المدن التعلقات المحدد اللحام علی اللحام ع

٢ ــ التحضير الجيد لوصلة اللحام مـن حيـث سعة وشكل الفتحة Gap ونظافة العافة مـن الدهـون والصدا والاوساخ ٠

٣ ــ الأختيار الصحيح لسلك اللحام وجمــل حركة النسج Weave منتظمة وبمعدل سير ثامـــت ٠

٤ ــ يجب عدم استعمال تيار أعلى من المكتوب بارشادات الجهة الصانعة بغية الاسراع من عطية

وجهدد ممكدن ء

#### المسلاج

ا _ يجب اختيار التيار المناسب لقطر السلكوسمك قطعة العمل ويفضل الاسترشاد بتعليمات الجهة الصانعة لسلك اللحام في هذا المجال فقد تختلف ليضا شدة التيار حسب نوع العطاء ومكوناته.

۲ ــ التاكد من صحة القطبية Polarity حسب نـــوع الســـلك •

٣ _ استعمال قطر سلك مناسب لسمك المعدن المسراد لحاميه.

إلى المسلكاليس المسلكاليس من صفاته المسلكاليس المناته المسلكاليس وكما سبق القول خان السلكاليال الذي يدخل في مكونات غطاءه براده الحديد يعطي قوس مستقر وناعهم وتطشر قليل •

#### ٣ ـ القطع العفلي Under Cut

يعتبر القطع السفلى under cut أكثر من عيب عادي لشكل اللحام بل يتعدى ذلك الى كونه ذات تاثير فعال على خواص هيكل وصلة اللحام كما بالشكل رقام (٣٣٩)

اللحام أو تلافي مشاكل التصاق السلك وضياع التوسياع

ه _ يجب أختيار السلك حسب رضع اللحام
 ( أفقي _ رأسي _ فرق الرأس ) وأذا تعذر وجود
 سلك اللحام المناسب لوضع اللحام فيجب محاولة
 تغير وضع قطعة العمل حتى تتم عملية اللحام فيي
 الوضع المصمم عليه سلك اللحام •

واخيرا فان أختيار سلك لحام يعطي قوس مستقر وناعم قد يساعدنا في الحصول على وصلة لحسام جيدة المظهر وهذا النوع من السلك هو في الغالب النوع الذي يدخل في غطاءه برادة الحديد و

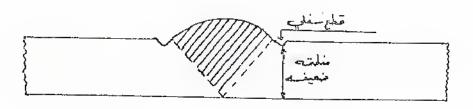
#### ٢ ـ تط المسدن Spatter

تطشر المعدن ليس عيب في حد ذاته الا أنه غير مستحب المظهر وقد يحدث للاسسباب التالسة : ب

۱ _ أستعمال تيسار عالى جسداء

٢ ــ أستعمال سلك غير مناسب -

٣ ـ خطا في القطبيـة Polarity -



شكل رتنم ٣٣٦

### > Fatigue Stress = Repeated Load. > Incomplete Penetration : Lack of Penetration

كما أنه تحت ظروف تشغيلية معينة تكون منطقة under cut دات اجهادات داخلية عالية وذات تاثير سيء على أنهيار الوصلة تحت تاثير اجهادات الكلل fatigue stress ولذا نرى أن الفاحص عادة يرفضها ويطلب أزالة اللحام تماما واعادة لحامه،

١ - تيار اللحام عالي ه

٣ - قطر ساك اللحام اكبر من المناسب لسسمك المسلم

٣ - أهنيار غير موفق لنوع ملك اللهام .

8 - أستعمال صلك في وضع معين غير مصعم له السلك أساسها •

١ - يستعمل تيار مناسب لسلك اللهام وكذلك
 أجتناب زيادة سرعة اللهام ء

آستعمال سلك لحام ذو قطر مناسب لسمك
 المسدن أو احسفر ،

" - أجلال أن يكون هو على السرر كير بالتعارية

Incomplete Penetration

أن الحركة الموجيه المنتظمة للحام Weave تمنع ظاهرة under cut في لحام Butt

غير أن الزيادة في الحركة الموجيه قد تكسون أيضا من أسباب وجود Under Cuf وعند اللحام الافقي على لوح رأسي horizontal fillet weld on vertical plates قد يحدث under cuf نتيجة لقرب سال اللحام من منطقة المملل ع

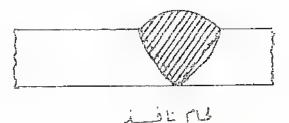
خسيج أستعمال سلك لحام مناسب لوضع
 اللحام ومصمم لهذا الغيرض *

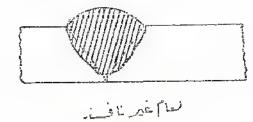
ع ـ احسام نسي نافسذ

أولاً ـ عدم تحمل وصلة اللحام لاجهادات وقوس التحميل ه

عُلْمًا _ أَحَالَ بِنَوَ الْمُتَّوِقِ فِي هَذِهِ الْمُلَّالِينَ ،

Complete Penetration





السكل رقسم (١٣٧٧)

#### الاسسياب: ــ

١ ــ سرعة لحام عالية ٠

٢ _ تحضير رديء لحافة وصلة اللحام

٣ ـ تيار اللحام غير كافي ( منخفض)

عطر السلك المستعمل أكبر من اللازم
 العسلاج:

١ ــ يجب عدم الأسراع بعملية اللحام.

٢ ــ يجب التاكد من وجود فتحة Gap كافية بين جزئي قطعة العمل و يمكن تحضير وصلتي قطعة العمل من الخلف ــ اذا كان سمك قطمة العمل عمل أو اكثر ويفضل تشديب حافات قطمة العمل مع ترك فتحة كافية و علمة العمل مع ترك فتحة كافية و العمل مع ترك في تحق كافية و العمل مع ترك في تحت كافية و ال

٤ ــ يجب استعمال اسلاك رفيعة في حالــة
 لحام الاخاديد الضيقة •

ه _ المهر غير كافي

كثيرا مايرتبط الصهر غير الكافي مع اللحام غير النافذ وغالبا لايمكن الكشف عن هذا العيب الا بواسطة الفحص الشعاعي ولذا نرى ان هذا العيب خطير للغاية حيث يمكن وجوده في لحام مظهر ر•

الخارجي جيد وقوي ٠

#### ، الاستباب :-

١ ــ عدم ضبط تيار اللحام ٠

٢ ـ عدم صحة طريقة اللحام

٣ ـ الفشل في تحضير حافة قطعة العمل بصسورة صحيحة •

ه اختیار خاطی، لسمك سلك اللحام السلاج :--

ا بيجب عدم نسيان ان قطعة العمل ذات السمك الكبير تحتاج لشدة نيار اعلى من السامك الاقل بالنسبة لقطر معين من سلك اللحام ويجب التأكد من استعمال شدة نيار عالسي بدرجة مناسبة لتحقيق صهر جيد لمسدن اللحام واختراق كافي لمعدن قطعة العمل واختراق كافي لمعدن قطعة العمل و

لاستعمال الاسلوب الصحيح في عملية اللحام
 يجب الاهتمام بالنسيج الجيد والمريض بحيث
 يكون كافي لصهر جانبي حافة قطمة العمل •

س بعد تحضير حافة قطعة العمل يجب التأكد
 من أن سطوح الحافة نظيفة وخالية من المواد
 الذريبة •

يجب استعمال اسلاك ذات اقطار مسعيرة
 تكون كافية للوصول الى عمق حافسة قطعسة
 العمل • •

#### Distortion 45-11 _ 7

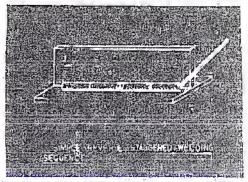
ينشأ التشويه في قطعة العمل نقيجة لتركيبز الحرارة في اجزاء معينة من حافات قطعة العمل بينما بيقى باقي الجسم باردا واذا حاولنا منسع هذه التشوهات بواسطة رباطات خارجية تفهي بالغرض فان ذلك يؤدي الى ظهور الاجهادات الداخلية •

#### الاستباب اسا

١ الفشل في اتباع طريقة مناسبة في اللحام تبعا
 الشكل قطعة العمل •

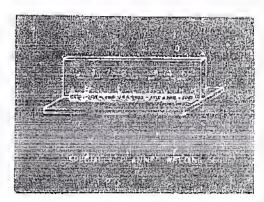
٣ ... عدم التحكم في كمية الحرارة المطاة لوصلة اللحام •

ب ـ تتابع اللحام بطريقة عمل خطوات متعاكسة . بسيطة . Simple reverse staggered welding sequence.



شكل رقم ـــ٠٤٠ــ

ج ـ تتابع عمليات اللحام حسب خطة خادـــة مدروســة • Specially planned welding sequence.



شکل رقسم (۲۵۱)

" - قد يفيد تقليل التشويه التسخين المبدئي لقطمة العمل Work Piece وخاصة للالواح ذات السمك الكير .

الاستفادة من قوى الانكماش
 بحيث تتوازن مع بعضها البعض.



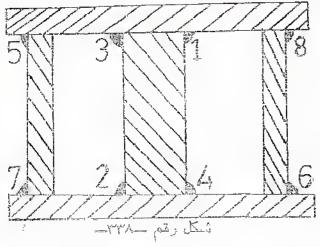
شكل رقم ٣٤٣

عدم التحكم في قوى الانكماش المتولدة عن النجماد حوض الممدن السائل •

الفشل في تثبيت قطعة العمل بصورة مناسبة لطريقة اللحام وشكل المنشأ ه

#### الملاح :-

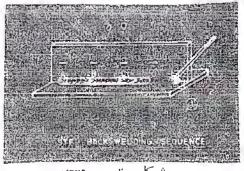
ا ــ قبل البدء في محاولة لحام قطعة معقدة يجب دراسة الطريقة المثلى لتنفيد اللحامــات المطلوبة وتتابع تنفيذها كما في الشكل رقم (٣٣٨).

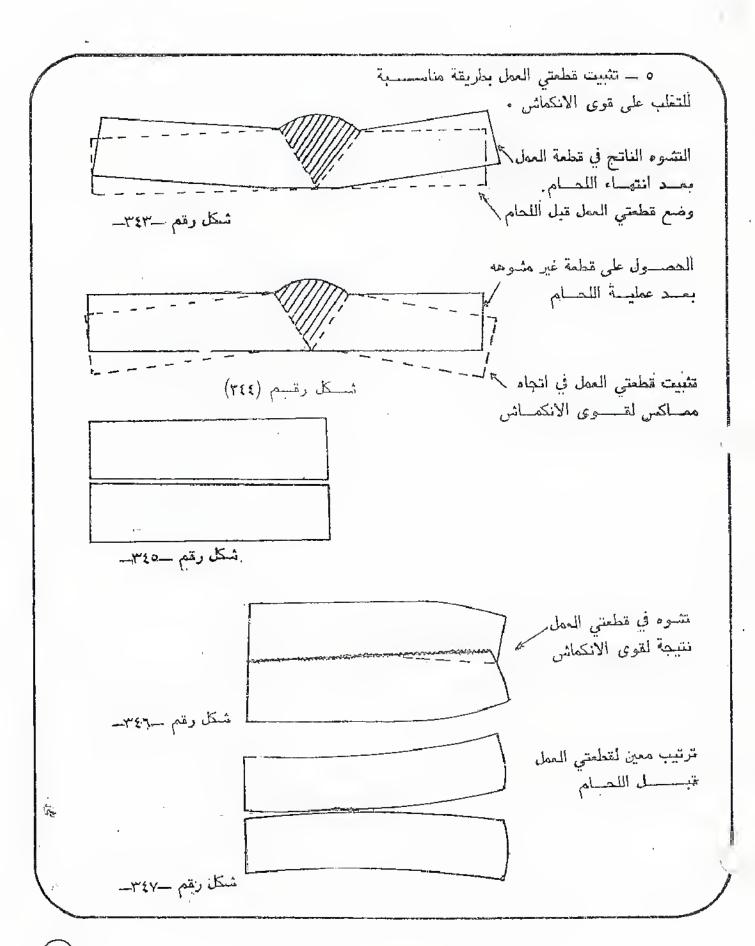


تنا بع عمليات النحام في محافاة لتقليل التشيء

۲ ــ یجب اعطاء عنایة خاصة لتوزیع حرارة
 الخام وذلك باتباع احدى الطرق الاتیة :ــ

أ ــ نتابع اللحام بطريقة التقدم الى الخلف Step Back welding sequence.





شكل وقم س٣٤٨ -الحصول على لحام جيد بدون تشويه

٦ ــ ان الحصول على وصلة لحام قوية غير مرتبط بتاتا بتكويم لحام زائد



شكلرقم سه الإسر ومسلة لعام قوية وجيدة



اللحام الزائد بريد من التشويه الأضافة حرارة زائدة غير مزغوب فيها مع عدم الحصول على متانة زائدة .

#### Ciecks Ççü-Mi — Y

تعتبر الشقوق من اخطر عيوب اللحسام ، هوجود شق يعني انهيار وصلة اللحام اها بعسد اللحام مباشرة او عند التشفيل مالم يتم تصليحه ، وهناك عددة أنسواع من الشقيق التسي تعتبر نقطة ضعف خطيرة في وصلة اللحام يجسب ازالتها واعادة لحامها من جديد ولكن احتمامنا الان

خاص بطرق المالجة المناسبة بحيث نحصل علسى وصلة لحام خالية من الشقوق •

من أشهر واهم أنواع الشقوق والتي تحمدث في معدن اللحام او المناطق المجاورة شقوق نهاية اللحمام Crater cracks

سشوق تحت خط اللحام Longitudinal cracks والشسقوق الطولية الطولية وصلة اللحام والشقوق التي تحدث على طول حافة وصلة اللحام كثيرا ماتعرف بثنقوق المقدمة Toe cracks ايضا توجد شعيرات الشقوق المشوق ميكرو Micro-cracks ميدن اللحام وشقوق ميكرو Micro-cracks ورغم تعدد انواع الشقوق واماكن تواجدها وتعدد اسبابها غان المالجات الاساسية لبعض الاخطاء تغي بالحصول على وصلة لحام جيدة خالية مسين الشسقوق و

- Latining

ز ــ المسني الأساسي لقطمة العمل ذر قابليـــة خسيفة لعملية اللحام .

٣ ـ تحضير غير جيد لوصلة اللحام ،

٣ - اتباع اسلوب خاطي في عملية اللحام .

٤ ـــ قد تكون وصلة اللحام غير قابلة للتمــــدد

ه حامتمال ان تكون وصلة اللحام صغيرة للغايسة
 بالنحجة لحجم قطعة العمل واتصالها بباقسي
 القطعة ء

السال :-

الحدال الحديد الحاوي على نسبة عاليـة
 من الكبريت أو النسفور يكون حساس بدرجة
 عالية لحدوث الشنقوق ولذا يفضل عدم محاولة

لحام مثل هذه الانواع من الفولاذ وفي الحالات الاضطرارية يجب استعمال اسلاك لحام من النوع وأحلى، الهيدروجين للنقليل من احتمال حدوث الشقوق ، وعند لحام الحديد العالي الكاربون ( الحاوي على نسبة أكثر من هره/ كاربون) يجب تسخين قطعة العمل قبل البدء في عملية اللحام preheat

- ٣ ـ يجب الاهتمام بتعضير وصلة اللحام وأن نكون الفتحة منسببوطة عسسب سلطة المعدن وحسب نوع تحضير الجافة ويجب أن تكون حافتي وصلة اللحام نظيفة تماما وخالية من الزيوت أو الشحوم والأوساخ والرطوبة
- ٣ ــ يجب الاحتمام بطريقة اللحام وتتابع عمليات اللحام ويجب ملاحظة أن تكون نهايتي قطحة المحل اللحام حسرة العمل اللحام حسرة الحركة بحيث تمطى مجال لقوى الانكماش م
- ع ـ يجب الاهتمام بالحركة المرجية أو النسيج weaving اثناء اللحام الاعطاء تحجيم كافي وصهر جيد لمعن اللحام كما يفضل اتباع احدى الطرق السالفة الذكر في لحامات staggered حتى الاتتركية

الاجهادات الداخلية وتترايد على طول خط اللحمام .

ما ان التسخين المبدئي لقطعة الممل يساعد
 كثيرا ويقلل من احتمال عدوث الشقوق و كما
 يمكن التغلب على شقوق نهاية خط اللحام
 craters

اللخــام م

- ب اذا كان سلك اللحام المستعمل من النسوع سريم الالتقاط للرطوبة فيجب التأكد مسن تجفيفه جيدا في درجة حرارة مناسبة ولفترة كالهيئة ولمسبح ترميات السركة الصائح
- ⊘ _ يجب التأكد من صحة تصميم الوصلة وان
   اللحامات ليبت في مناطيق صحبة التعدد
   لتعطى مجال لقرى الانكماش -
- الحيرا يجب ملاحظة أن يكون هجم اللمام كافرلتحمل قوى الانكماش الناتجة من التغير الصراري للقوى وأن يكون هجم اللحام كبير بدرجة كافية أذا كان اللحام بين لوحتين ذر سمك عالمي أو بعمني أخر التأكد من أن هجم اللحام مناسب لحجم قطمة العمل •

#### Porosity and A

عادة لاتمثل المسامية مشكلة خطيرة في اللحامات مالم تكن منتشرة بصورة واسمسمة على طول خط اللحام كما أن الثقوب السطحية تعطي منظر غيير منبول للمين وقد تكون نقاط ضمض بيدا عندها أنهيار الكل fatigue fullure أو انتشار التأكيل.

وهناك بعض العيوب الاخرى الغريبة الشبه من المسامية مثل الثقوب الانبوبية والفجوات الهوائية والشوائب Blow holes, Gas pockets and slag والشوائب nelusion وجميع هذه المعيوب تضعف اللهام بصورة اكبر من وجود المسامية ذات الحجم المكروسكوبي •

Wennelin in

١ - من أهم الموامل المسببة للمسامية هي رداءة

الممدن المراد لحامه

٢ ـ طريقة اللحام المستعملة غير مسعيدة ،

٣ ـ عدم مناسبة سلك اللحام المستعمل أو تلفه ه المستعمل أو تلفه ه

ا _ يجب التأكد من المعدن المراد لهامه بحيث لايساعد على حدوث المسامية بجميع أنسواع المعديد التي تحتوي على نسبة عالية مسن الكديت او الموسفور او السيليكون ينشأ عند حامها تكوينات غازية تسبب تواجسد الممجوات المواثية والثقوب في وصلة اللهام المضا بالنسبة للمعادن غير الحديدية والتي بها اكاسيد فان تواجد الاوكسجين اثناء عملية اللهام يساعد على تكوين وصلة مسامية والتي وطعة المعل به غطروط وتحريجات من الضعة والتيوائب فان ذلك وتحريجات من الضعة والتيوائب فان ذلك

٣ – الاحتمام بطريقة اللحام وترسيب معسن الله الله على ذلك عدم استعمال تيسار عالي والتاكد من ان كل طبقة من طبقات اللهم مالية من الشوائم، والخبث ومسحوق اللحام قبل البدء بوضع الطبقة الثانية عيراعي نزئ حوض المعدن المنصير إدة كافية حتى تقسرب للمازات الذائبة الى الخارج وذلك بالنسج الجيد والبحليء لحد ما في عبرعة اللحام ، فاذا لفذ اللحام بواسطة نسح غير جيد او بوضع خطوط رفيعة متجاورة من معدن اللحام ساعد خطوط رفيعة متجاورة من معدن اللحام ساعد ذلك في تكون الفجوات الهوائية والثقوب ،

" مناك بعض أنواع اسلاك اللحام تعطيبي معدن صلد بدون ثقوب وخاصة النسوع واطيء الهيدروجيبين وفي حالية Submerged Arc استعمال القوس الماطس يجب التأكد من نوع المسحوق المسيتعمل بيجب التأكد من نوع المسحوق المسيتعمل flux ايضا يجب الاهتمام بتجفيف اسلاك اللحام من الرطوبة قبل استعمالها بالنسبة للانواع الحساسة لالتقاط الرطوبة و

#### 4 سے اللحام الهش Brittle weld

ان اللحام الهش سريح الكسر غير مرغبوب فيه تحت اي ظرف فانه يجعل من وصلة اللحام وصلة خيفة تنهار عند التحميل الكاهل للقطعة او عند تعرضه لاي صدمة عفاجئة و وخطورة هذا العيب انه يصعي اكتشافه بالعين المجردة وقد تبدو وصلة اللحام جيدة ونظيفة ولكن الوصلة تنهار عند التشخيل او أن يكون عمر استندامها عليل للغاية ولذا بجب غلاني هذا الحيب اذا اريد لوصلة اللحام عمر استخدام مناسب ويجب التأكيد أن هذا العيب غير سرغوب فيه اذا كان المطلوب وحسلة لحسام غير سرغوب فيه اذا كان المطلوب وحسلة لحسام ذات ملادة عالية مقاومة لتآكل الاحتكاك و

#### mi hilamidin

دن اهم الأسباب لتكوين وصلة لحام هشة
 هي استعمال كميات حرارية عالية في وصلة
 اللحام رذلك يتأتى باستعمال تيار عالي او
 ذولت عالى وسرعة لحام بطيئة •

٢ ــ في لحام العديد ذو نسبة كاربون عالية او المديد السبائكي Alloy Base steel

بدون التحضيرات والاحتياطات المناسبة .

٣ _ التحضير غير الجيد لوصلة اللحام •

إ ـ الفشل في أختيار سلك لحام مناسب لنوع
 الغملية »

المالاج :-

١٠ يجب مراعاة عدم استخدام كميات حرارية
 عالية في اللحام حتى الاتكبر بلورات المحكن
 او تحترق ويصبح المحدن هش •

اذا كانت ظروف عملية اللحام ذات قابليـــة لتكوين وصلة هشة يجب اعطاء عناية خاصــة لاختيار معدن قطعـــة العمل ولايبدأ بعملية اللحام مالم تكن نتيجة التحليــل الكيمياوي معروفة وايضا خصائص عملية اللحام وفي بعض الحالات قد يمتص معدن اللحام بعض العناصر السبائكية من معدن قطعة العمـــل ويتركها صلدة وهشة وباستعمال تيار كهربائي التداخل والامتزاج واستعمال عدة طبقات واطيء وسرعة لحام عالية قد تقلل من حدوث من اللحام تجعل الطبقات العليا تحتوي علــي من اللحام تجعل الطبقات العليا تحتوي علــي نسب ضئيلة من العناصر السبائكية واكتـــر متانــة .

س واتباع طريقة غير مناسبة في اللحسام او في تتحضير قطعتي العمل قد تنتج وصلة لحام حشة وعند لحام المديد المتوسط الكاربون (أكثر من سرو/ كاربون) أو بعض أنواع الحديد السبائكي يجعل المنطقة القريبة مسن خط اللحام والمتأثرة بحرارة القوس هشهة

نتيجة سرعة النبريد العالية ويمكن معالجـــة هذه الحالة بالتسخين المبدئي لقطعة العمـل مابين ٢٠٠ الى ٢٠٠ ف قبل عملية اللحام وايضا فان عملية التخمـــير Annealing بعد اللحام في درجة حرارة مابين ١١٠٠ الـــى مديجة عملية اللحام والمـــلادة على تقليل المـــلادة نتيجة عملية اللحام و

يفضل استعمال انواع اسلاك اللحام المقطاة
 والتي تعطي عند امتزاجها بمعدن قطعة العمل
 وصلة لحام غير هشسة -

#### The good weld الحياد اللحام الحياد

انه الهدف الذي نسعى اليه في الحصول على وصلة لحام جيدة واللحام غير المقبول هو ذلك الذي لايحقق الغرض المطلوب منه و وهنتاك خصائص عديدة لقبول اللحام الجيد واللحام الجيد يجب ان يكون قوي ومتين وبه نسبة كافية من المرونة والليونة Ductility لتحملسل متطلبات الخدمة المرجوة منه و وعادة تكون من الخصائص المطلوبة لحام جيد لايسرب السوائل او الغازات وايضا في بمض المتالات ذو خصائص مقاومسة للتآكل والاحتكاك الميكانيكي والهيدروليكي واخيرا يجب ان لاننسى ان مظهر اللحام الخارجي يلعب دور مهم في تسويق المنتج و

وهكذا نرى ان اللحام الجيد المقبول هو الذي يعطي مظهر جيد • ومتانة وقوة ووزن لخفيد ف وتكاليف قليلة •

#### تاسما : _ فحص واختبار وملات اللحام 6

#### اعــداد المهندس / علي احمد مصطفى حماد.

ان تقبيم عمليات اللحام يجب ان يتبع نظام دقيق موضوع على الدس علمية متينه بعيدا على الاجتهادات الفردية غاللحام عملية صحبة تدخلل فيها متغيرات كثيرة كيمياوية وحرارية وكهربائية وميتالوجية بالاضافة الى العامل البشرى ولهذا تتعرض عملية اللحام الى عيوب عديدة ومتنوعة وبعض هذه العيوب مثل جودة اللحام والخواص الميكانيكية والميتالورجية قد تكون ملى الختماص المعامل ومعاهد البحوث والبعض الاخر والتي تكون بسبب نقص الهارة وقلة معلومات التائم بعملية اللحام وهذه بالطبع يمكن التغلب عليها بالتمريان العلمي وزيادة المعلومات النظرية للحام والعلم وزيادة المعلومات النظرية للحام والعلم وزيادة المعلومات النظرية للحام والعلم وزيادة المعلومات النظرية للحام و

#### المعالم المعالم

ان الفحص اثناء ربعد عملية اللحام قد تحلي فكرة جيدة عن متانة الوصلة وجودتها اذا كان القائم بهذا الفحص على درجة عالية من الخبرة والمهارة •

الفحص اثناء عملية اللحام 8

اللهام بالقوس الكهربائي ا

· يمكن مراقبة وقياس العوامل التالية : _ : \ _ معدل استهلاك سلك اللحام وهمدل التقدم لي خط اللحام .

penetration and ح المدور والتداخل ٢ مقدار المدور والتداخل ٢ fusion

٣ ـ منلور المعدن المنصور وكيفية تكون معددن المدن المعدن ا

٤ - حلاحية القوس الكيربائي من حيث مناسبة الفولتية وشدة التيار لقطعة العمل .

اللحام بلهب الاوكسي استيلين : __ يمكن مراقبة وقياس العوامل التالية : __

١ ــ مناسبة اللهب لنوع المعدن وقطعة العمل .

٢ - مقدار زاوية المشعل بالنسبة لقطعة العمل وزاوية حال النحام حسب الطريقة المنفذة
 ( اللحام الامامي او الخلفي ) •

٣ _ عمق الصهر وكمية التداخل .

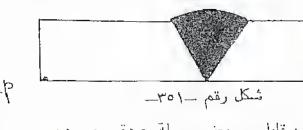
٤ - معدل التقدم في لحام الوصلة .

ان ملاحظة العوامل السابقة تعطي فكرة واخسسه المترش اللحسسام عسسسان جودة وحلة اللحام الناء التنفيذ وهذه الطريقة تعتبر اصلح وسيلة لاختبار اللحامين ومعرفة مقدار تقدمهم

#### القحص بعد اللحام و

يستطيع الفاحس معرفة الكثير مسن عيوب اللحام بواسطة الفحسس بالعسين المجردة للحامات المنفذة مثل :_

_ ١ _ هل كمية معدن اللحام كافية للوصلة .



أ- تحدب قليل ـ يعني وصلة جيدت معدن
 اللحام يملأ الفتحة ومناسب لمتانة الوصلة •



شكل رقم __٣٥٢_ ب _ نقعر _ كمية معدن اللحام قليلة ولانتاسب متانــة الوصـــلة •



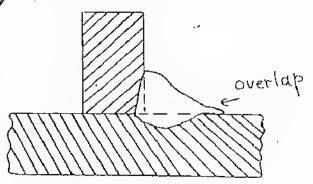
شكل رقم _٣٥٣_

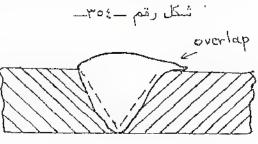
ج تحدب كبير معدن اللحام اكثر من اللازم يمثل طاقة زائدة بدون فائدة عائدة على مثانة الوصلة كما يزيد من حدوث تشدوهات Distortion واجهادات داخلية Residual stresses

لقطعة العمدل •

على الوصلة على شكل نسيج متداخل (لحام pin holes
 واماكن محترقة التي تعتي ان اللهب غـــير محيح •

٣ _ هل هناك معدن فائض على طرفي خط اللحام ؟

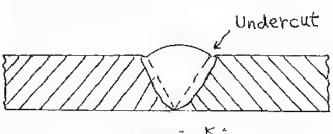




شكل رقم ٥٥٠٠ــ

وينتح هذا العيب اذا كان التيار المستعمل عالي _ او الانحراف الخاطىء لطرف سلك اللحام من اللحامات الافقية على سطح راسي او بزيادة زاوية السلك في اللحامات الراسية الضاعدة وكذلك عدم تعامد السلك مع خط اللحام _ وعامة يلاحظ أن هذا النوع من العيب غالبا ما يكون مصحوبًا بعيوب اخرى مثل الشقوق Cracks والصهر الناقص Lack fusion والسهر الناقص Lack fusion

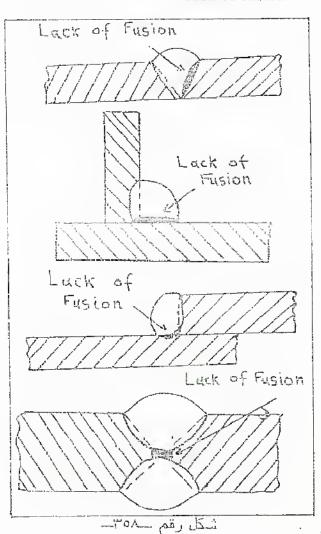
٤ --- وجود احتراق زائد لمعدن قطعة العمل علي
 جانبي خط اللحام وهو مايسمى بالقطع السفلى



ـ شكل رقم ــ ٢٥٦ـ Butt Welding

Fillet Welding Undercut

ه ــ هل تم انصوار جيد بين معدن اللحام ربين معدن قطعة العمل او ان هناك نقص في الصهر Lack of fusion



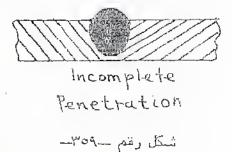
وقد يحدث هذا العيب بين معدن اللحام وبين معدن قطعة العمل او بين الطبقات المختلفه لمعددن اللحام اذا كان اللحام منفذ باكثر من مرور واحدد pass لسلك اللحام والاسباب الرئيسية لهذا العيب شدة التيار منخفض وغير كافي وخروج ملك اللحام عن محور خط اللحام .

وفي لحام القرس الغاطس الاوترماتيكي يحدث هذا العيب في اول خط اللحام ولذا ينصح باستعمال قطمة من المعدن يمر عليها القوس قبل البد، بخط اللحام المطلوب (Run-in plates) وهذا العيب مثل العيب السابق under cut يقلل من منانة الوصلة ويجب ازالة معدن اللحام مسسن منطقة العيب واعادة لحامه من جديد ب

العمل ويبدو ذلك واضحا بنفوذ معدن اللحام ويبدو ذلك واضحا بنفوذ معدن اللحام من هاع عطعة العمل اذا كان تحضير وصلة اللحام على هيئه شكل الا او لل وعدم كمالى الناذية المحملة المحام على هيئه شكل الولية على المحام على منابه الوصلة كما يبدأ عندها الشحقرة ،

j.





الجذر غير كافي _ أو أن شدة التيار عالى مصحوب بسرعة لحام بطيئة ـ وغالبا مايظهر هذا العيب عند لحام الالواح الرقيقة وعامل اللحام غسير مامر بالدرجة الكافية •

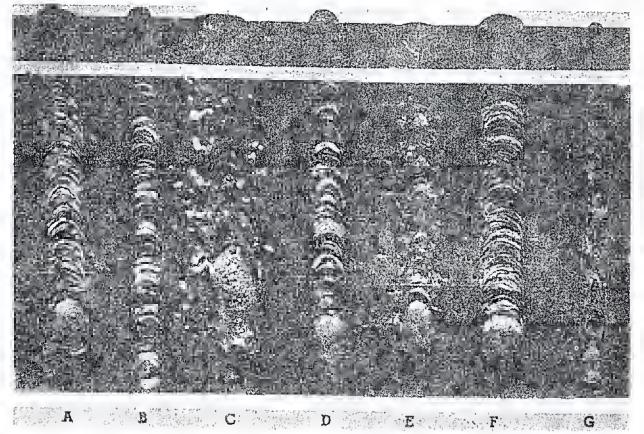
٩ _ في لحام القوس الكهربائي اذا كان هناك تطشر Spatter يعني ان شدة التيار او الفولتية زائدة عن اللازم او ان طول القوس كبير .

١٠ ــ ويمكن تلخيص الميوب الناتجة عن عــدم استقرار القوس الكهربائي من الشكل رقم (٣٦٠) والجدول الاتي :- Defects عام الاتي المحدول الاتيان المحدول المحدول الاتيان المحدول المحدو

 ٧ ــ بجب أيضا ملاحظة الفوهات غير الملــوءه unfilled caters وينشأ مذا العيب مسن التوقف الفجائي للقوس ويكسون مقطع معدن اللهام هي هـذه المناطق منخفض وقد يكـون هذا العيب مصدر لتكون الشقوق وفي بعض الحالات يجسب از الة منطقة الفرمة chipped out ثم اعادة ملئها حسدا

۸ ــ الاحتراق النافذ:-

وهي عبارة عسن شقوق محتسرقة خلال معدن قطعة العمل ــ وقد تنشأ نتيجة زيادة الفتحة Gap بين جزئي قطعة العمل ــ او ان يكون عمق



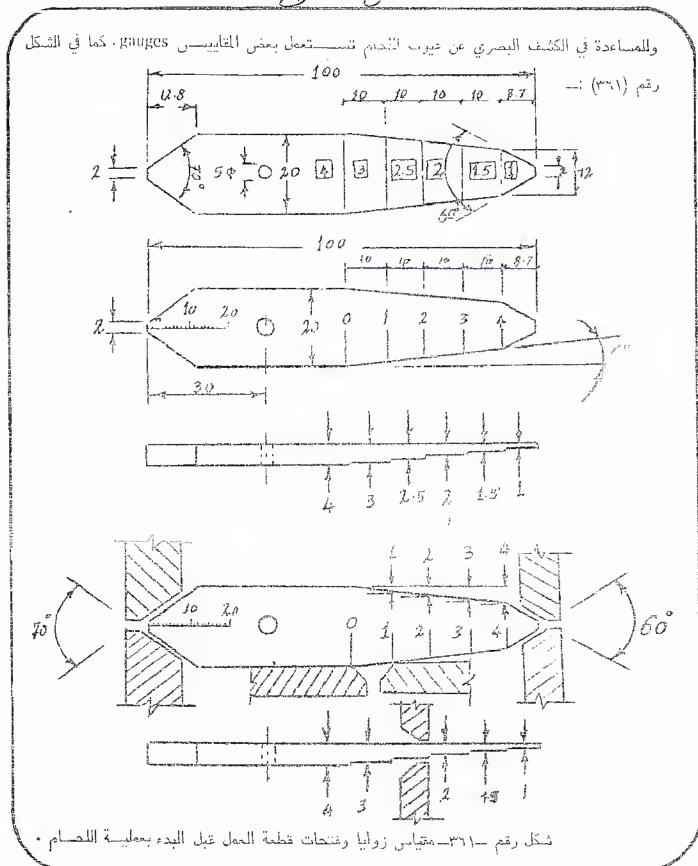
Plan and elevation views of welds made under various conditions. (A) Current, voltage and speed normal (B) Current too low. (C) Current too high. (D) Voltage too low. (E) Voilage too high (F) Speed too low, (G) Speed too high.

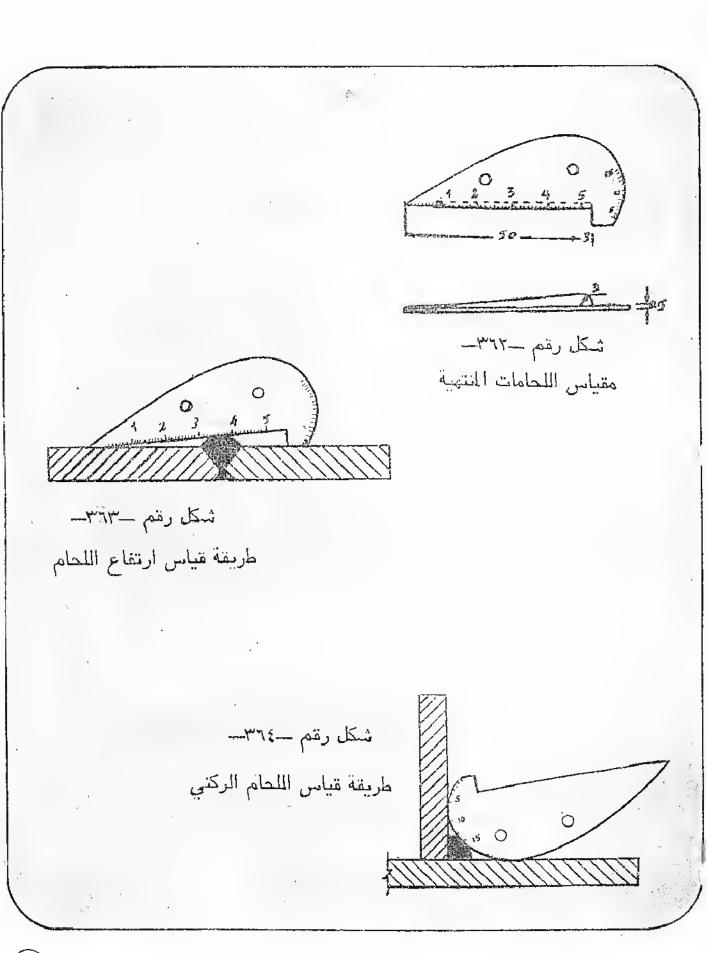
Travel Speed - Travel - Travel Speed - Travel Spee

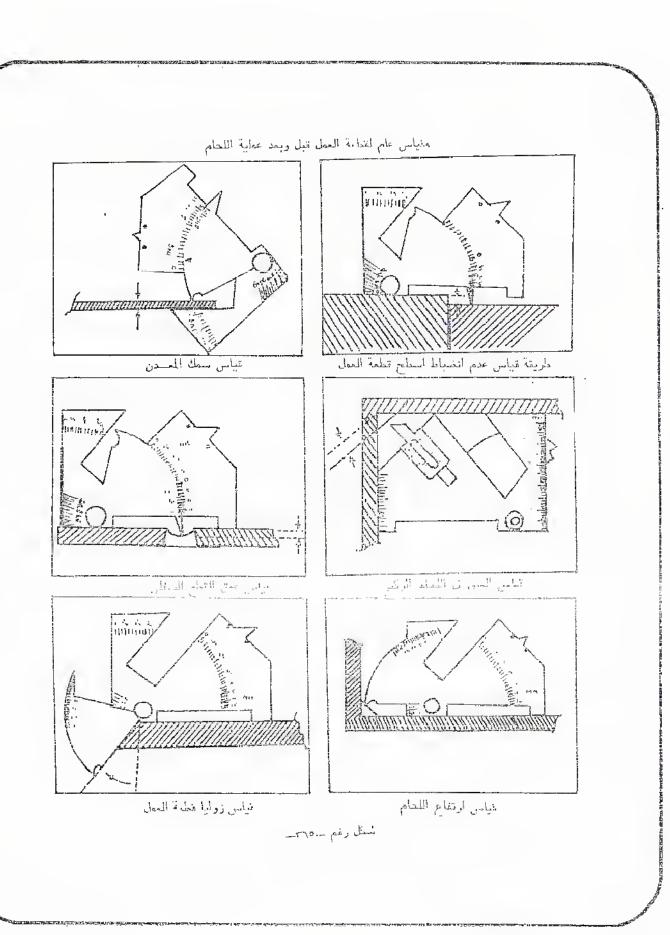
الملام منا بسية	ية كالموسوسة ومن مستميم المؤد وسم ومور	وعد الدايا الجيورة تعيير وتواحدة المرابغة	ويلساياله يقري	عط الماسام عربين والحزان على جمكك فطح دكافئ ذوراهس عرب ممكا لوجر مطعريال على عاليمي على الاعام متع
م المقيل معاصرة معاصم	و المراجعة ا	Julio Division	المتعاقبة الماتاة	يد مظر تقوس، البري اللحام وإلغرادة على جين في وقع معاقية عالي
م المراب المام المراب ا	وهمد موادع مساور ما ساور در الله المرادات المساور المرادات المساور المرادات المساور المرادات المساور المرادات المساور المرادات المساور المرادات الم		مرابع المرابع ا	ان مرارم برد - لداره یکرد فا لفن علی بیان بیا دی ۱۳۹۳ علی خطر العام استان ۱۳۹۳ علی میان بیا العزادة ۱۳۹۶ علی میان بیا دی ۱۳۹۳ علی میان بیا دی ۱۳۹۳ علی میان بیا دی دی میان بیان میان دی دی میان میان بیان میان بیان میان میان بیان میان میان میان میان میان میان میان م
مستدر لبله وتتع المستحفيك	كيفية معرفة مماردية القريم الفاتهم والدفة القالم المرادية	المحرود ومسارة اللعديدة		لم الما الما الما الما الما الما الما ا

	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
خط اللحام رضيع ومنقفع ائ مختلف العرض مع وحود UNDER CUT	خط اللحام عريعز وليوعر فائفن على جا نبي خط اللحام الاأن الن <u>ب</u> ج مندمي وجبر	نطش عالى فوق منط اللحام وعلى ما نبيه ومنظر اللحام روئ مع ONDERCUT	عفاء السلاع قريب جراً الترابط بين مظ اللحام وقطعة العمل اقل من حالة السيار المسخفف واليهنا مظ ويلاس المدون التيار المسخفف واليهنا مظ ويلاس المنصم واليهناق اللحام اعرض لحدما المستحدد السيار المسخفف العمل المناق المسلمات المسلمات المسلمات المسلمات المسلمات المسلمات المسلمات المسلم ا
عادي	عادی _	يلامط فلمان السلام منع السلام منع السلام منع	غطاء السلاع فريد، جدا من فوهم القوس ودلامس المنفس وينتج POROSITY والبقياق
المحايل وغيم يحدد	ان منظفرتا مر	ا تومیمین ا	وكمليا
عادي	عادی ح	صوبت ناعم جراً ولمعيد حمداً	صورت محتج مسطم وتط <u>ه</u> ر
ا شرعة السّار منامية - موليتية منا ميه - الموليتية منا ميه -	ا مثرة التيارمنامية - فولسية مناميه - مرعة اللحام متوهفه	ه مثرة النيارمناسية - خولسية عالية - آسيار مناسبة	ع مرية التيارمنا مرية مولدية ماحفها -

(Welding Gauges)







وبالطبع لايمكن بالعين المجردة الالمام والكشف عن جميع عيوب اللحام فمثلا اذا كانت وحسلة اللحام على هيئة شكل × كما في الشكل رقم (٣٦٦): لانستطيع التأكد من سلامة الصهر والاختراق

# البهو

سنل رهم ٢٦٠٠ـ

في المنطقة الوسطية ولاجل ذلك استحدثت طرق عديدة ومتنوعة لفحص اللحام ويمكن تقسيمها السبى الاتسبى: _

آ _ اختبارات غير متلفة · (NDT)

٢ _ اختبارات متلفة ٠

والاختبارات المتلفة قد تكون علمى عينات خاصة معمولة لهذا الغرض او ان تكون على قطعمة من القطع المنتجة تؤخذ دوريا او عشوائيا •

الاختبارات غير التلفسة ،

الفحص بالعين المجردة « يشمل ايضا استعمال السوائل النافذة » •

ج الفدس المناطيسي:

أ _ برادة الحديد Iron filings

مع زيت البرافين ( السائل المناطيسي )

ب ـ اللف الباحث Search Coil

العلرق السملية:

أ ـــ المطرقة

ب _ المطرقة والسماعة

X - Rays . × سكة اكس كلا - Rays
 اشعة كاما - ©

8 - Rays' ما ٠
 اشعة كاما ٠
 الموجات فوق الصوتية ٠

⊘ _ استخدام الاحمال.

#### الفحص بالسوائل النافحذة

مناك عدة انواع من السوائل النافذة منهــــا المضيئة وغير المضيئة وابسط طرق الكشف بالسوائل النافذة هو أستعمال الكيروسين حيث يتمنــــع الكيروسين بنفاذية عالية خلال الشقوق ، وطريقة الكثروسين كما يلي : _

١ ــ يغمر أو يبلل الجزء المراد فحصه بالكيروسين
 ويترك لمدة حوالي ٥ دقائق حتى يتم تسسرب
 الكيروسين خلال الشقوق بواسطة الخاصية الشعرية
 ٢ ــ يجفف السطح جيدا من الكيروسين ٠

٣ ـ يطلي السطح بطبقة من الطباشير الناعم •
 ٤ ـ يتسلل الكيروسين خارجا من الشقوق ويبلل طبقة الطباشير في أماكن الشقوق •

#### استعمال السوائل المضيئة 3_

تستعمل في هذه الطريقة مجموعة من ثلاثة أنواع من السوائل مائل منظف للسطح ، سائل نافذ ، سائل مظهر للشقوق مع أستعمال ضوء معتمم ( اشعة فوق بنفسجية Dark Light وفيما يلي طريقة الاستعمال : م

#### المنظـف : -

ترضع دليقة من السائل المنظف فوق الاماكان المراد فحصها و وتترث لبعض الوقت دثم تنظف جيدا بواسطة قطعة قماش د تكرر هذه العملية الى أن ينظف السطح تماما ثم يترث قترة كافيان حتى يجف السطح قبل وضع السائل النافد و

#### السائـــل النافـــذ : ــ

ترش كمية كاغية من السائل النالهذ المضيء على الاماكن المراد فحصها ويفضل أن تكون درجة حرارة السائل ، ويترك السائل

الناهذ لفترة من واحد الى ثلاثين دقيقة حسب نوع ومكان الشق _ ثم ينظف السائل تماما من على السطح بواسطة استعمال السائل المنظف مرةاخرى وحك انسطح جيدا بواسطة قطعة قماش ننليفة _ ويجب التأكيد مرة أخرى أنه يجب تنظيف السطح تماما من السائل الناغذ حتى يمكن اكتشاف ورؤية الشسائل الناغذ حتى يمكن اكتشاف ورؤية الشسية -

#### السائيل المظهير: _

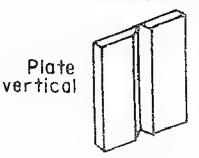
ترش طبقة رقيقة من السائل المظهر على منطقة الفحص وتبقى حتى تجف ثم يستعمل ضوء معتم Black Light فيظهر الشق واضح ومضيء ملاحظية :

تراجع باقي الفحوصات غير المتلفة في الباب الخاص باجهزة الفحصس •

BRING BRITTER BRICH BRITTER BRING BR

## (Perhamance Qualification)

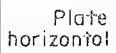
Vertical position



Weld vertical

شــکل رقــم ۲۲۹

Overhead position



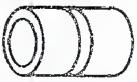


Weld overhead

شکل رقیم ۳۷۰

Horizontal Fixed position

Pipe not to be rolled



'Pipe, horizontal fixed Welds-flat, vertical and overhead

شکل رقیم ۲۷۱

أوخاع مركبة امثلة لبعض نماذج قطع الاختبارات ومواصفات اللحام

النموذج رقــم (۱)

أنبوب حديد كربوني قطر ١٥٢ ملم مقاسس ٤٠

عاشــــرا: ـــ

طرق اختيار اللحامين

أعداد الهندس / على أحمد مصطفى حماد

من الضروري عمل أختبارات لمعرفة كفاءة عامل اللحام ومقدرته على أنجاز عمل معين بملورة مرضية ومن واجبات رب العمل تنفيذ ملك الاختبارات بصورة دورية وعمل سجلات لهاما وباشراف من هيئة تفتيش معتمدة •

اوضاع اللحام

تتم اختبارات اللحام في جميع الاوضاع :الافقي ، والافقي على صفيحة عمودية ، والعمودي
وفوق الرأس سواء للحام التقابلي Butt أو

الحام الركني Fillet

Flat position — Plate and pipe horizontal

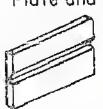




Pipe rolled while welding

شکل رقم ۱۳۷۰ -

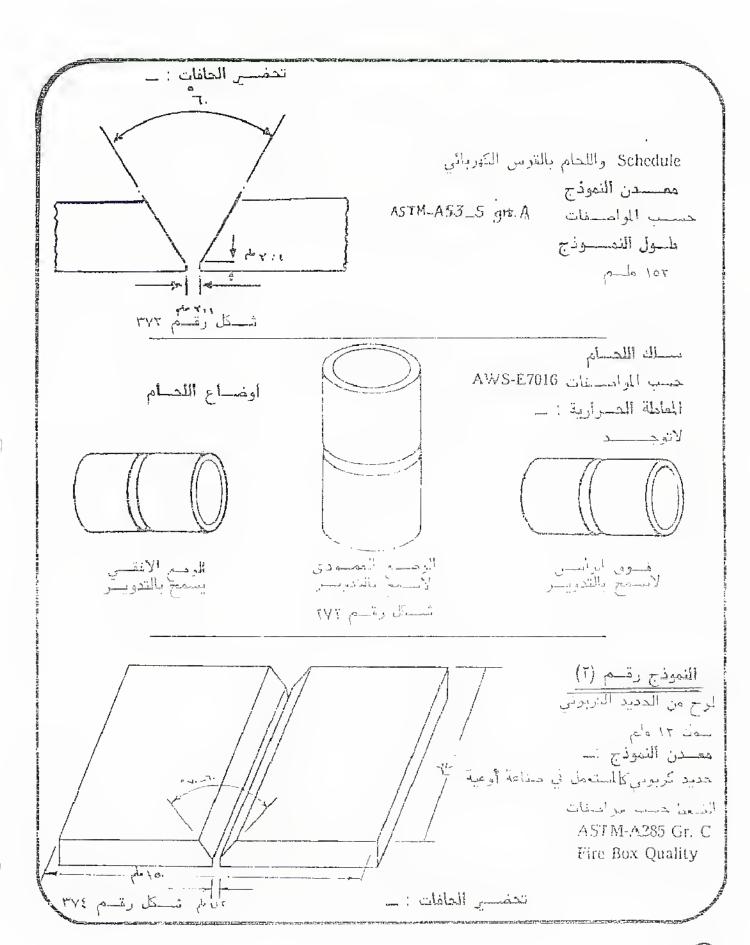
Horizontal position – Plate and pipe vertical





Welds horizontal

شكل رقم ٣٦٨



معدن سك اللحام : -

مثل نفس معدن النموذج المعاملية الحرارية : -

لارجيد

يقطع النموذج من الجهتين وباقل ما يمكسن للددول على الدراج متوازية بعرض ١٨ علم. أوضاع اللدام

Overhead

Horizontal Vertical

(vo) منا ما

ملاحظـــات

يجب تنظيف خط اللحام من الخلف واللحام بخط واحد ويجب أن يشاهد المفتش التنظيف من الخلف قبل اللحام •

النموذج رقــم (۳)

أنبوب قطر ٢٠٠ ملم من الحديد السبائكي Schedual جمقاس عقاس كي

معــدن النـــموذج: ــ

حسب الموامسفات ASTM-A 335-P12

تعضين المافات : ــ

مثل النموذج رقسم (١)

طول النصوذج: ـ ١٥٠ ملم

سلك اللحــــــأم

حسب المواصفات AWS-E8016-B2

الماملة الصرارية: -

معدل انتسفين والتبريد همم لكل ساعة

أوضاع االحام: --

مثل النمرذج رقـم (١)

النموذج رقسم (١) : -

أنبوب قطر ٢٠٠ملم من الفولاذ الاوستنتيني Austenitic stainless steel

معدن النموذج: -

حسب المواصفات AISI-304

تحمّـي الدافات : ــ

مثل النموذج رقم (١)

طـول النموذج: -

۱۵۰ ملیم

سلك اللحام: -

حسب المواصفات AWS-E308, E308L

المماملة الدرارية: --

لايوجــــد

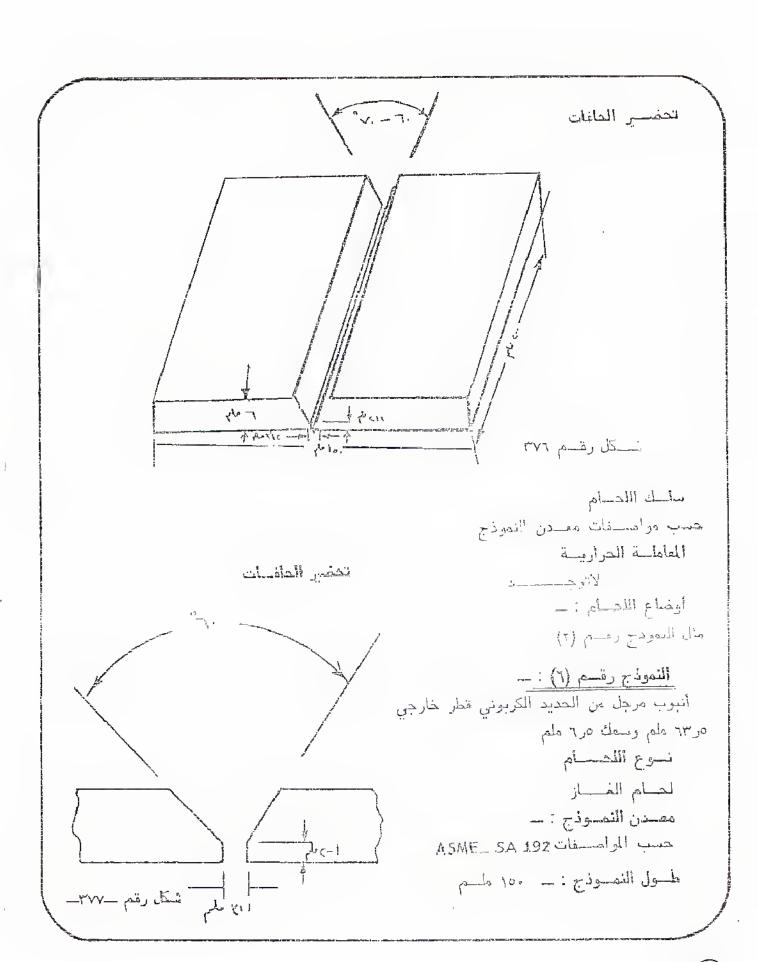
الاوضياع: -

مثل النموذج رقــم (١) .

ألنموذج رقهم (٥)

صفيحة من الفولاذ سمك ٢ مام S.S. نسوع معسدن النموذج

نسوع معسدن التمودج حسب الراحسفات AISI-316L



سلك اللحام :-مثل محدن النموذج المعاملة الحسرارية

نسخين بعد اللحام ٣٣٠°م تسخين بعد اللحام ٣٢٠°م

ثم تغطى وصلة اللحام بالاسبستوس حتى تتم عملية التبريد ببطاء .

الاوضاع :_

مثل النموذج رقم (١)

انواع الاختبارات والفرض منها :مناك ثلاثة انواع من اختبارات المهارة والكفاءة للحامين كما يلى :-

ا ــ اختبار السُد Tension test ويستخدم لقياس جهد الشد Tensile strength لقياس جهد الشد groove weld joints

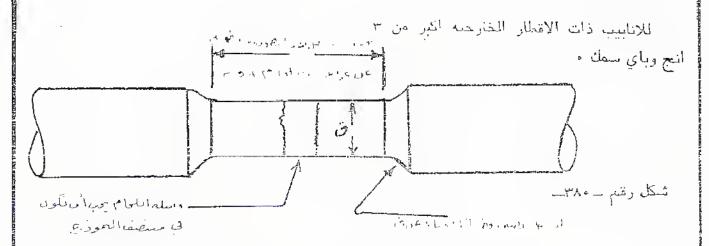
guided- ٢ _ اختبار الانحناء الموجه bend test ويستخدم لقياس مدى سسلامة الوصلة degree of soundness ductility

٣ _ اختبارات المهارة للحام الركتي ٠

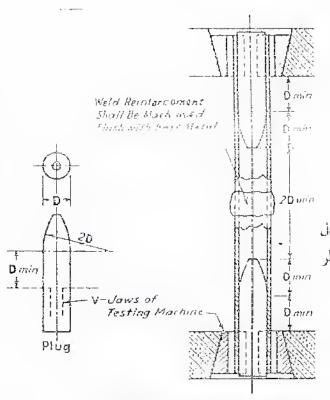
ماذج ا غيدا المارية الله المارية المارية الله المارية الما

من الجزء يفلع بمل الفائل ويفعل بغراطة عن ٢٥ ملم من ٢٥ ملم من ٢٥ ملم من ٢٥ ملم من ١٤ ملم من ١٤ ملم من ١٤ ملم من ٢٥ ملم .

#### نموذج الثسد ا



#### معوذج اختبار الشد ذو مقطع اسطواني عي المنتصف



نموذج اختبار لحام آنبوب كامل يستعمل في حالة الانابيب ذات الاقطار الصغيرة « ذات قطر خارجي ٣ انج او اقل » )

شکل رقدم ۱۸۳۰

TENSION—FULL SECTION—SMALL DIAMETER PIPE

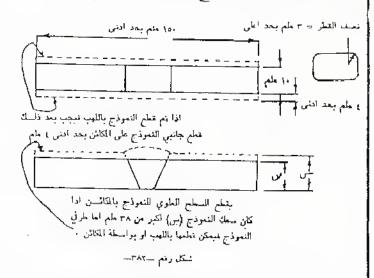
115

جميع نماذج اختبار الشد يجب ان تكسر تحت تاثير قوى الشد ويحسب اجهاد الشد بتقسيم اعلى تيمة لحمل الكسر breaking load على المقطع الاصلي قبل التحميل ويعتبر النموذج ناجدا اذا تم الكسر بعيدا عن اللحام وان لاتقل قيمسة جهد الشد Tensile strength بأكثر من ٥/ عن

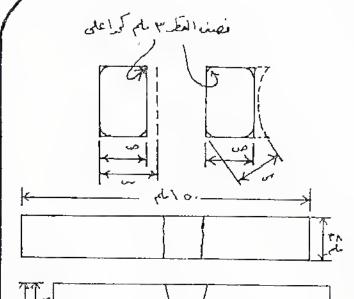
جهد الشد القياسي لمعدن النموذج ٠٠

#### نماذج اختبار الحنى Bending

ا ـ نموذج اختبار المنسسى المستعرض المجانبي Transverse side bend وفيه يكون خط اللحام عمودي على محور النموذج ويتم الحنى بحيث يصبح جانب النموذج هو السطح المحدب وتكون مقاسات النموذج كما بالشكل ردم ٣٨٢

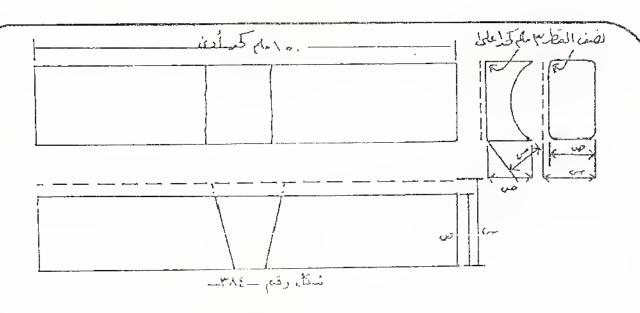


٢ - نموذج أختبار الدنس المستعرض الوجهسي Transverse face bend وفيسه يكون خط اللحام عمودي على محور النموذج ويتم الحنى بحيث يصبح السطح العلوي لخط اللحام ( الوجه العريض لخط اللحام ) هو السطح المحدب وتكون مقاسات العبنة كما يلي :--



ص باہم	یں ملم	
W	٣ - ١,٥	
٣	٩ _ ٣	
۳	95	
شکی قم ۲۸۳_		

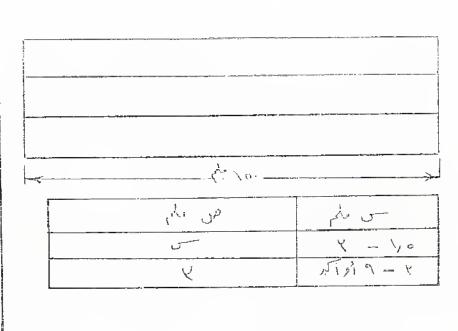
٣ ـ نموذج اختبار الحنى المسسستعرض الجذري Transverse Root bend وفيه يكون خط اللحام عمودي على محور النموذج ويتم الحنى بحيث يصبح السطح السفلي لخط اللحام « جددر خط اللحام » هو السطح المحدب وتكون مقاسسات النموذج كما بالشكل رقم ١٩٨٤ــ

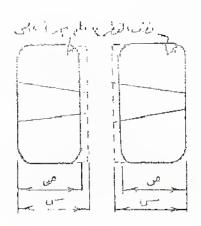


ملاحظة : المقاسات س ج من كما بالجدول السابق

ويتم الحي بحيث يدبع السطع العلوي لندط اللحام ( الوجه العريض لخط اللحام ) هوالسطع المحدب وتتون مقاسات النموذجكما يلى :

غ ــنموذج اختبار الحني الطولي الوجهـــي Longitudinal face bend وفيــه يكون خط اللحام موازي لمحرر النموذج



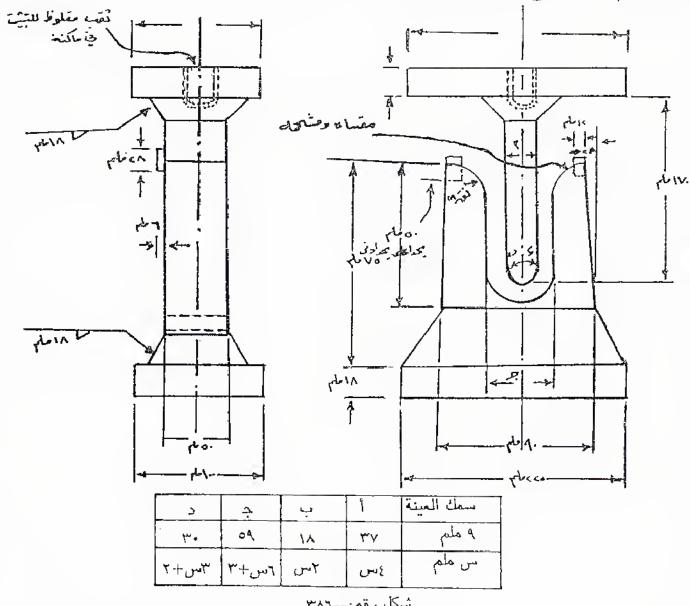


شكل رقم ٣٨٥_

ه ــ نموذج اختبار الحني الطولي الجذري وفيينه يكون خط اللحام موازي لمحور النموذج ويتم الدني بديث يصبح السطح السفلي ( جذر خط اللحام ) هو السطح المحدب وتكون مقاسسات

النموذج كما في الشكل السابق •

جميع اختبارات الحني السابقة تنفذ بواسطة القالب التالي :ــ



شکل رقم --۲۸۹_

بعد أجراء أختبار الحنبي يجب أن تخلو العينة ملم فيما عدا على جانبي القطمة من الســـطح رمن الشقوق التي يزيد طولها عن ٣ملم وبعمق ٥٠٠ الخارجي المحدب فيسمح بها ٠

# ملاحظات حول طريقة تحضير النماذج

ا — عند تحضير نموذج الاختبار في انبوب يجب سد نهايتي النموذج بصفائح رقيقة لمنسم عامل اللحام من ملاحظة الجذر Root الناء اللحام •

۲ — يجب طبع punch النموذج برعوز
 ترمز الى اسم عامل اللحام ورقمه ووضع اللحام
 مثــل :__

الموضع الأنفقي

V للوضيع العمودي

0 للونسم فوق الراس

وكذلك رمز مفتش اللهام علم ويجب طبع هذه الرموز في كلا جهتي النموذج ،

تقييم نتائج اختبار النماذج :ــ

الفعمن البمري ند

وياتحظ به الميوب الخارجية لسطح وجسنر اللحام مثل القطع السفلي under cut رالشقوق cracks والمسامية porosity وعدم الانصهار الجيد Lack of fusion

اختبارات الحني ا

وتتم بواسطة استعمال مكبس كهربائسي او هوائي ويمكن استعمال المكبس اليدوي بشرط ان بكون التعميل بصورة مستمرة وليس على فتسرات متقطعة وأذا كسرت العينه تدت هدذا الاختسار

ميمني ذلك فشل عامل اللحام في مثل هذا النوع من اللحامات •

يفضلأن تكونز اوية الانحناء ١٨٠ مولكنيسمعبز اوية قدرها ١٥٠ بالنسبة للحام بالقوس الكهربائي في الوضع الانقي وزاوية قدرها ١٢٠ بالنسبة للحام بالقوس الكهربائي في الوضع العمودي او فسوق الرأس .

وزاوية قدرها ١٣٠ بالنسبة للحام بالغاز في الوضع الافتاي .

وزاوية قدرها ١٠٠° بالنسبة للحام بالغاز في الوضع المحودي وفوق الرأس .

بالنسبة للاختبارات (النعاذج) من ١ السي ٦ والمطبقة حاليا في مصافى النفط :

يختبر عامل اللحام على النموذج رقم ١ أولا فاذا اجتاز هذا الاختبار سمح له بالاختبار علي فاذا اجتاز هذا الاختبار علي النموذج رقم ٢ وهكذا واذا فشل عامل اللحام في احد الاختبارات فانه لايسمح له جاعادة الاختبار نفسه الا بعد مضي (٢) شهور في المتدريب ٥٠٠

وتعاد اختبارات اللحام في الحالات التالية : _ _ _ _ اذا توقف عامل اللحام عن الممل لاي _ _ _ _ لفترة عزيد عن ٦ شهور ،

٢ ــ اذا اتضح ان عامل اللحام مستواه غير
 جيد اثناء العمل •

٣ _ بعد مضي سنتين على الاختبار ٠

# أحد عشر شـ ازالـة الجهـد 8

## اعــداد الهندس / على احمــد مصــطفي

مقدمــة :ــ

تعتبر عملية ازالة الجهد من المعاملات الحرارية للمعادن والتي كثيرا ماتستعمل بعد العمليات الباردة Cold working وبالماكنات Cold working وعمليات اللحام خاصة عند لحام الحديد متوسط الكاربون وعالي الكاربون والحديد السبائكي ومن المهم معرفة ان عمليات ازالة الجهد تتم في درجات حرارة اقل منان المدى الحسرج في درجات حرارة اقل منان المدى الحسرج الأطوار Critical Range ولكنها فقط عملية لازالة المهود التي تكونت على حدود البلورات معظم الجهود التي تكونت على حدود البلورات ورات على حدود البلورات على حدود البلورات

تتم العملية بواسطة تسخين قطعة العمل بمعدل (حوالي ٩٣مم بواسطة تسخين قطعة العمل بمعدل (حوالي ٩٣م مالساعة ) الى ان تصل الدرجة المطلوبة ثم تبقي قطعة العمل فترة من الزمن عند هذه الدرجة العليا وهي ماتسمى بفترة الامتصاص Soaking time ثم بعد ذلك تبرد بمعدل معين حواليي (٩٣م مالساعة ) ودرجات الحرارة المناسبة في المعاملية الحرارية لازالة الجهد تتراوح بين ١٠٠٠هـ مم والتي هيأقل من المدى الحرج في التسخين على مخطط والتي هيأقل من المدى الحريد والكاربون والكاربون والكاربون

Iron-Carbon Equilibriam diagram والوقيت

اللازم لازالة الجهود عند أقصى درجة حسراره

(درجة حرارة الامتصاص .Soaking temp) للحديد هي عادة ساعة واحدة لكل انج واحد سمك ولكن يجب معرفة ان فترة الامتصاص عند درجة حرارة من مترة التحميص عند درجة حرارة عند درجة حرارة من المارة على عند درجة حرارة المارة المارة العصول على نفس المستوى من ازالة الجهد ٠

وفي الحقيقة فانه يمكننا الحصول على ازالـة الجيد لحد ما عند درجة الحرارة ٢٠٥ ــ ٣١٥ أو ٢٥٥ م ولكن يجب اعطاء فترة طويلة وكافية حتى تتخلص قطعة العمل من الجهود بعد أن يتم التغير اللديني plastic flow ومن المعروف ان الجهود المتبقية Residual Stresses تضـــعف ببطء شــديد وقد يتم ذلك في درجة حرارة الغرفة ولكن ذلك قد يستازم سنوات لازالة الجهد و

ولذا نرى انه من المتبع بالنسبة للمعامل الكبيرة والتي تستلزم بعض عمليات التصنيع والتجميسم غترة طويلة من الزمن غان عملية ازالة الجهد تتم بواسطة مايساAgeing stress Relief وهيها تتحرك المنتجات في العراء تحت تأثير الطقس الجوى من برد الليل وحرارة الشمس ولفترة لاتقل عن سستة اشهر فيتم بصورة بطيئة للغاية نوع شبيه بالزهف أو التغيير نمــف اللدين Creep وقد لوحظ أن عمليات Semi-plastic flow peening او التحميل الطرق الخفيف تساعد في التخلص من الجهود Loading الزائدة •

### علاقة درجة الحرارة وفترة الامتصاص : ــ

عند درجة حرارة ٤٢٥م وفترة امتصاص ساعة واحدة فان ٤٠ / من الجهود الزائدة او المتبقية تزال في حين نرى انه عند زيادة فترة الامتصاص الى اربع ساعات مع الحفاظ على درجة حـــرارة الامتصاص عند ٤٢٥ م تكون نسبة ازالة الجهد حوالي ٥٠/ فقط ، وعند درجة حرارة ٥٣٥ م وفترة امتصاص ساعة واحدة فان ٧٠/ من الجهود الزائدة تزال م غاذا زادت فترة الامتصاص السي اربعة ساءات تكون نسبة ازالة الجهد حوالي ٨٠/ وعند ٠٥٠°م وفترة اهتصاص ساعة واحدة غان ٩٠٪ من الجهود الزائدة أو المتبقية من عمليات اللحام تزال ٠ وهذه النسب المذكورة تتأثر لحدما بالتحليل الكيمياوي والسمك والشكل ومه النخ وبالرغم من اهمية درجة الحرارة وفترة الامتصاص فمن المتفق عليه في عملية ازالة الجهد أن معدل التبريد يأتي من حيث الاهمية في المقام الاول نم يأتي بعد ذاك معدل التسخين في المقام الثاني والهيرا تاتي درجة حرارة وفترة الامتصاص في المقام الاخير طالما كانت فترة

والمحدف الحقيقي من وراء معدل التسسخين البطىء هو المحافظة على جعل فرق درجات الحرارة في اي وقت اقل مايمكن بين اجزاء قطمة العمل من المعروف ان الاجزاء الرقيقة تسخن بسرعة اكبر من الاجزاء السمكية وكذلك تبرد بسرعة ، وعدم بساوي درجات الحرارة بين اجزاء قطمة العمل قلد يكون مصدر لنشوء قوى انكماش شد او خلسلط

الامتصاص لاتقل عن ساعة واحدة لكل أنج من سمك

ينتج عنها جهود داخلية قد تكون كانمية لعمل شيق او كسر ئ قطعة العمل .

وقد يكون من المفيد ايضا أن نذكر الاستباب الملحة في المناية بمعدل التبريد من وجهة نظــر اخرى ، فعندما تكون قطعة العمل في درجة حرارة ٠٥٠°م فان الحديد الصلب يكون ذو قابلية كبسيرة لامتصاص الهيدروجين والاوكسجين وبصلورة خاصة النتروجين من الهواء والرطوبــــة . وهذه المناصر لاتمتص فقط في حالة التبريد بعد عمليات اللحام ولكنها ايضا تمتص في حالة التبريد بعدد عمليات المعالجة الحرارية لازالة الجهد وهذه العناصر لها تأثيرات ضارة على المعدن وتكويناته ، ولكن اذا تم تبريد القطمة ببطء كافي فاننا نعطي الفرصة لهروب هذه الغازات من تطعة العمل ، والتبريد السريم لقطعة العمل يسمح للنتروجين بالتواجد في تركيب الحديد على هيئة مطول مذاب فدوق مشبع في درجة حرارة المرفة ويجعل الدديد مش وقليل الليونة Low ductility وعلى العموم فان مشاكل امتصاص النتروجين تكون قليلة في حالة استعمال أغلب أسلاك اللحام المعطاة حيث تعمل الغازات الناتجة من غطاء السلك في عزل

كبيرة اذا تم اللحام باسلاك عارية ،
من المهم أيضا اخذ الاحتياط والعناية بدرجة
المرارة التي يتم عندها سحب قطعة العمل مسن
الفرن او ازالة البناء الحراري عنها - وتتوقسف

القوس عن الجو الخارجي ولكن تكون المشـــاكل

قطعة العمل ء

/ الانج المربع ، وعلى هذا هانه من المهم في حالــة قطعة العمل الثابتة والتي تحتوي على بعض اجزاء رقيقة واخرى سميكة ان يتم التبريد ببطء حتــى درجة حرارة الغرفة ، وعامة هان الاجزاء الصغيرة المتماثلة الاجزاء من ناحية السمك يمكن اخراجها من الفرن عند درجة حرارة ٥٠٥مم اما الاجزاء الاكثر تعقيدا يمكن اخراجها عند درجة حرارة ٥٥مم م

هذه العملية على عدة عوامل ، ويجب التذكر انه اذا سحبت قطعة العمل في درجة حرارة اقل من ٣٥٠م وكان الاختلاف في درجات الحرارة بين بعض اجزاء قطعة العمل في حدود ٥٥مم وكانت قطعه العمل ثابتة غير قابلة للحركة Rigid fixed piece خان ذلك يعادل قوى انكماش في حدود ٢٠٠٠٠ رطال

## وهيما يلي جدول المعاملة الدرارية لاز الـــةالجهد لاغلب المعادن المستعملة :ــ (١)

جة حرارة الامتصاص فترة الامتصاص (ب) م ساعة لكل انج ســمك	نــوع المدن در
٥٢٥_٥٥٥م ٥ الى ١/١ حسب حجم القطعة	الحديد الصب الرمادي Gray Cast Iron
	الحديد الكاربوني Carbon Steel
غالبا لايحتاج الى معاملة حرارية لازالة الجهد(ج)	۱ ـــ اقل من ٣٥ر٠/ كاربون وسمك اقل مــن ﴿ ا
	انت
٥٩٥ — ٥٧٥ م	7/ کاربون وسمك اقل من $7/$ کاربون وسمك اقل من $7/$
	انج او اكثــر
غالبا لايدتاج الى معاملة حرارية لازالة الجهد(ج)	٣ ـــ اكثر من ٣٥ر٠/ كاربون وسمك اقل مــن ١/٢
	انــج
۱ مهم — ۱ مهم ۱ مهم ۱ مهم ا	ع ــ أكثر من ٣٥٠/ كاربون وسمك اكثر من 1/
	انـــــج
٥٩٥ ــ ٥٧٦م	<ul> <li>٥ الحديد المختزل والمســـتخدم في درجـات</li> </ul>
	الحرارة المنخفضة •
	حدید کاربون ــ مولېدننوم اي سمك
	Carbon-Moly bdenum Steel
٥٩٥ — ٥٧٦°م	۱ ـــ اقل من ۲ر ۰٪ کاربون
۲۰ ــ ۲۰۲۰م ۳ الی ۲	$\gamma = \alpha$ کاربون $\gamma$ کاربون $\gamma$ کاربون
	حديد كروم ــ مولېدينوم أي سمك
	Chromium -Molybdenum Steel

 $1 - \alpha i \frac{1}{2} \frac{1$ 

## الفولاد ـ اي سمك

#### Chromium Stainless Steel

۱ - انواع ۱۰۶ ۳۰۰ ۲ - نوع ۵۰۶

۷۷۰ – ۷۰۰°م غالبا لایحتاج الی معاملة حراریة اذا كان السمك اقل من ۲/۶ انج (ج)

### الفولاذ المنيكلسي

#### Chromium-Nickel S.S.

#### أعامات المُعادن غير المتشابهــة 8

#### Welding Dissimilar materials

۱ - کروم - مولبدنیوم مع حدید کاربـــون او ۲۰۰۰م م هم حدید کاربــون او ۲۰۰۰م م حدید کاربــون او ۲۰۰۰م م حدید مولبدنیوم مع ای نوع من الحدید ۲۰۰۰م م ۲۰۰۰م م ای نوع من الحدید ۲۰۰۰م م ۲۰

٣ - كروم نيكل (فولاذ) مع أي نوع من الحديد كالمطلوب لنوع الحديد الملحوم مع الفولاذ

#### النحاس وسبائكه

#### Copper and Copper Alloys Copper

```
1/4
                       00100
                                                             ١ ـ نماس
                       ۰۰۲°م
                                                 ۲ ـ ۹۰ نماس ۱۰۰ زنگ
                       0°77.
                               ٣ ــ ٨٠ نحاس ــ ٢٠ زنك و ٧٠ نحاس ــ ٣٠نيكل
                       03700
                                                ع ـ ٣٣ نماس ـ ٢٧ زنك
1/4
                       +P1°07
                                                ہ ہے ۲۰ نحاس ہے ٤٤ زنك
                       ٠٠٠،
                                    ۲ – ۷۰ نماس – ۲۹ زنگ – ۱ قدویر
١
                       ۷ سے ۸۵ نماس سے ۱۵ نبیکل و ۷۰ نماس سے ۳۰نیکل ۲۶۰°م
                                       ۸ ــ ۲۶ نحاس ــ ۱۸ زنگ ــ ۱۸ نیکل
                       03700
                       ۹ سه ۹۰ نحاس ـ ۵ قصدیر و ۹۰ نحاس ـ ۱۰ ۱۹۰°م
                                                           قصلدير
```

## سبائك النيكل 8

# Nickel Alloys

<del></del>		
۱ ــ نیکل K المونیل KR	por10_700	۳ الی ۱
۲ ــ مونیل ومونیل	۳۷٥۳۷٥	۳ الی ۱
۳ ـــ ۸۰ نیکل ـــ ۳۰ کروم	10° EX+	۳ الی ۱
٤ ــ انكونيـــــــــــــــــــــــــــــــــــ	ړه و ۱۸۰ س	۳ الی ۱
۵۔ ۲۰ نیکل <i>۔</i> ۲۰ حدید ۔ .۱۵ کروم	۰۷۳ـــ۰۸٤°م	۳ الى ١.

أ ــ بالنسبة للفولاذ الكروم نيكل ولحامات المعادن غير المتشابهة يكون معدل التسخين بحيـث لايقل عن ٩٣°م في الساعة وبالنسبة لباتي الانواع يكون معدل التسخين لايقل عن ١٨٥°م بالساعة أمــا معدل التبريد لجميع المعادن يُجب الا يزيد عــــن٩٣°م في الساعة .

ب _ فترة الامتصاص تصب من بدايــة وصول جميع اجزاء القطعة لمدرجــة حـــرارة الامتصاص .

ج _ الا اذا كان من الضروري المحافظة على شكل ومقاسات القطعة من التغير نتيجة أزالة الجهد بعد فترة طويلة من الزمن او نتيجة التدميل •

1					
		¥			
*					
·	*				
	•				
),					
			*		

Vy

# المفقال للخامس

· Grand Siego gard

أولاً وظهرة الزحف المعادلات والحسابات المستعملة في الفحص ثانيا و المعادلات والحسابات المستعملة في الفحص المهند سي المهند سي ثالثاً و تأثير المهند شوجين على المعادن

رابعًا و الكلل

II-XI

# أوّلا: والمرة الرجعت

# اعداد الهندس/بدري صالح جاسم المقدمــــة : _

ظاهرة الزحف مي عبارة عن استطالة المأدة بعد وقت معين تحت تاثير جهد ثابت وحرارة عالبـــة • مثال على ذلك أن الزغت يزحف في يوم حار تحت تاثير وزنه فقط • أما الحديد أو السبائك الحديدية فيظهر الزحف فيها في درجات حرارة اعلى من ٦٥٠ °ف أن انهيار أو تحطم المعدن نتيجة هذه الظاهرة يمتمد على مقدار الجهد المسلط علمي المعدن والوقت والحرارة • فمثلا أن الجهد اللازم لانهيار الحديد الاعتيادي Carbon Steel في (١٠٠٠ر١٠) ساعة (١/١٤ سنة ) في درجة حرارة ٩٠٠°ف أقــل بكثير من جهد الشد اللازم لانهيار الحديد في علك الدرجة حيث أن قوة الشد النهائية Ultimate Tens ile strength-للحديد في درجة حرارة ٩٠٠ ف مي (٠٠٠٠) باوند /أنج مربع ، بينما الجهد اللازم لانهيار الحديد من ظاهرة الزحف بعد (١٠٠٠٠) ساعة في نفس درجة الحرارة هو فقه (١١٥٠٠) باوند/أنج مربع •• لكي نفهم هذه الظاهرة جيدا

يجب أن نعلم بان الحديد يفشل في درجات الحرارة

الاعتيادية Room temp بعدوث تشققات خالل

مجاميع البنورات grains بينما في درجات

المرارة العالية فيحصل التشقق خلال حسدود

مجاميع البأورات ، هذا يعني أن حدود.مجاميسم

الباورات اقوى في درجات الحرارة الاعتيادية من البلورات نفسها • عندما نرفع الحرارة نصل السى درجة معينة تتساوى فيها قوى البلورات وحدودها تحت هذه الدرجة تكون الاستطالة مرنة قابلسة للرجوع •

فوق هذه الدرجة تصبح الاستطالة غير مرنة أي لدنية .

أما العوامل التي تؤثر على ظاهرة الزحف فهي كما يلي : -

١ ــ بالنسبة لاي سبيكة ، أذا كانت البلورات كبيرة المجم هان ذلك يعطي مقاومة كبيرة ضـــد الزحف في درجات الحرارة العالية ، أما في درجات الحرارة الواطئة فالعكس هو الصحيح .

٢ ــ يصبح الزحف مهما بالنسبة لمختلف السبائك
 في درجات حرارة مسنة ،

نمثلا يسلك الرصاص في درجات الحرارة الاعتيادي الاعتيادي الاعتيادي في درجة حرارة (١٠٠٠) ف والحديد المقاوم للصدأ في درجة حرارة (١٣٠٠) ف

س_أن التغيرات البسيطة في تركيب المعسدن تؤثر تأثيرا كبيرا في مقدار مقاومته للزحف أن أضافة العناصر المكونة للكاربيدات لهسالاثر الكبير في زيادة مقاومة المعسدن بما أن أنهيار الممدن يحصل أذا يسمح للزحف

بالاستمرار ، لذلك على مهندس التصميم أن يتاكد من عدم حصول الانهيار في مترة أشتغال المعدن المتوقعة ، في وحدات التصفية يصمم الجهد بحيث تحصل أستطالة (١) بالمائة في (١٠٠٠-١٠) ساعة تقريبا مع الاخذ بنظير

أما الوحدات التشغيلية في المصافي التي يحصل فيها الزحف فهي وحدات تحسين البنزين ووحدات المدرجة يستطيع المصمم تقدير عمر الانابيب مسن مخططات الزهف الخاصة بالمدن المستعمل م أذا كانت درجة عرارة التشغيل حوالي (١٦٥٠) ف غان أي زيادة في درجة عرارة المدن عهما كان مقدار ما سنقلل من عمر المدن بدرجة كبيرة جدا م فمشلا أذا أرتفعت درجة عرارة المعدن بمقدار (١٠٠) ف أذا أرتفعت درجة عرارة المعدن بمقدار (١٠٠) فأن ذلك سيقلل من عمر المعدن من (١٠٠) سنوات أنسى (١٠٠) سنوات

تستعمل السبيكة ASTM-A297 gr. HIK الماوية على (٣٦) بالمائة كروم و(٢٠) بالمائة نيكل مع كاربون بحسدود (٢٠) بالمائة لملفات العامل المساعد ورصر المسبيكة Vincolony800 لانابيب الخروج ذات درجات الحرارة العالية سيجب الاعتنسا، باختيار أسلاك اللحام المناسبة والمقاومة للزحسف البغسسا و

أما لاجزاء الفرن الخارجية والمعرضة للنكار

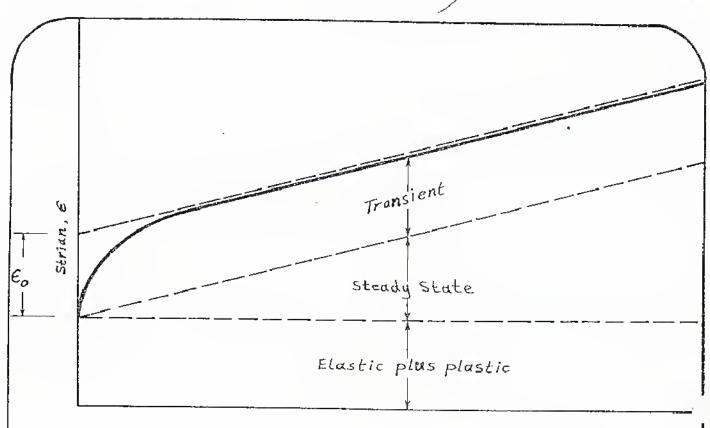
فتستعمل عادة السبيكة (٢٥ كروم ٢٠ نيكل) أو (٢٥ كروم ١٢ نيكل) التي تقاوم أيضا التاكسد في درجات حرارة ٢٠٠٠ في تقريبا من المفضل أستعمال الفولاذ المقاوم للصدا نوع (٣٠١) أو (٣٢١) أو (٣٤٠) الذي يعطي مقاومة أكثر من الحديد الحاوي على الكروم من الكروم من

بخصوص المفاعلات الذي تعمل بدرجة حسرارة اعلى من ٦٥٠°ف فتستعمل السبيكة الحاوية على (٥ر٠) بالمائة مولبدنوم أو (١٧٥٥) بالمائة كروم ، (٥ر٠) بالمائة مولبدنوم ، وهذه السبائك أفضل واسلم من الحديد الاعتيادي حيث أن الجمد المستعمل في التصميم في درجة حرارة ٥٠٠°ف لهذه السبائك هو (٥٠٠٠) باوند/أنج مربع يقابله الرقم (٥٠٠٥) باوند/أنج مربع يقابله في نفس الدرجة ، أيصا حذه السبائك تعاوم التاكل بالهايدروجين

### العوامل الاستاسية

لدراسة ظاهرة الزحف يسلط عادة جهد ثابت على قطمة مختبرية ويلاحظ الاجهاد الحاصل مع الوقت و يرسم الرقت مقابل الاجهاد كما في الشكل رقصم ٢٨٧

كما نلاحظ من المخطط أعلاه أن الاجهاد يقسم الى ثلاث أقسام ، القسم الاول والمسمى بالمن • أما القسم الثاني فيسمى المنتظم والثالث هو القسم



# Time, t

# مخطط الزحف

الزائسل Transient القسم الاول هو الاجهاد الاعتيادي الذي يحصل مباشرة بعد تسليط المجهد، أما القسم المنتظم ففيه يزداد الاجهاد بنسبة ثابته مسم الوقت والقسم الثالث يكون متغير النسبة مسم الوقت ويوصل الى نقطة الانهيار و

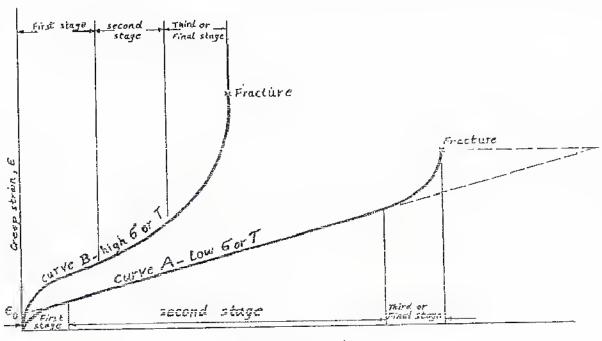
## نسوع الكسسر

أذا سمح للزهف بالاستمرار فان انهيار أو أنكسار المعدن سيحصل هنما • في الجهد العالي ودرجات الحرارة المتوسطة وبعد أوقات قصيرة يحصل كسر مشابه تماما للكسر الحاصل في مكائن قياس الشد Tension machines أي بحصول رقبة للنموذج تصغر تدريجيا السي أن

# شكل رقم ٣٨٧ يحمـــل الكســـر •

في درجات الحرارة العالية لاتتكون الرقبة في النموذج وأنما يحصل أجهاد تقريبا منتظم مسح الوقت ولكن في درجات الحرارة العالية جدا وأذا حمل المعدن لفترة طويلة يحصل الكسر بدون أي أجهاد يذكر في هذه الحالات يحصل قص shear في حدود مجاميع البلورات ويتحول المعدن الى هش في حدود مجاميع البلورات ويتحول المعدن الى هش brittle

يرسم الاجهاد الناتج من الزحف (وهذا يختلف عن الاجهاد المرن واللدن الذي يحصل مباشرة بعد تسليط الجهد وهذا لايرسم عادة في المفطط) أمام الوقت لكل معدن تحت ظروف جهد وحرارة ممينة كما في المخطط أدناه : _



تنسور کی رقسم می تنسب

ينقمهم الوقت من البداية الى الانهبار السى الاثهة السام : _

أ _ الزحف الجنئى: _ رهذا يبدأ حباشرة بد الاجهاد المرن والاجهاد اللدن ويحصل لهيث معظم الاجهاد الزائل المذكور أعلاه • تكون نسبة الاجهاد في بداية هذا الزحف عالية ثم تنقص تدريجيا الى أن تصبح ثابته تقريبا •

ب ـ الزحف الثانوي: ـ عندما تصبح نسبة الاجهاد ثابته بيدأ الزحف الثانوي ويرداد الأجهاد بنفس النسبة الثابتة .

ج - الزحف الثالث: - في هذا الزحف ترتفع مرة أخرى نسبة الاجهاد الىأن يحصل الانهيار

آذا كان الكسر هش فهن المحتمل أن لايظهر الزحيف الثاليين ،

من الصعوبة جدا تخليل ظاهرة الزحف لأن ذلك يتطاب المتنبؤ بسلوك المعدن بعد عمر طويل وعدادة نكون التجارب ذات عمر قمير ، قد يبقى المعدن في حالة اشتغال لمدة ١٠٠٠٠ ساعة أو (١٠٠٠٠٠) ساعة أو من الناحيسة الأخرى تجري آختبارات الزحف التي منها بستخلص المصمم المعلومات المهمة في أوقات قصيرة تقدارب المدهم أذلك لاعتبارات المتصادية ،

أهم خاصية تستعمل في التصميم هي : _ متانة الزحف Creep Strengthرهي عبارة عن أعلى جهد

يتحمله المعدن لوقت معين بدون حصول تشـــويه مفرط • بما أن هذه الخاصية تتنمير مع درجـــة الحرارة ، لذلك يجب تعيين درجة الحرارة ، مثلا متانة الزحف اللازمة لمروحة مولدة بخارية مي ذلك الجهد الذي ينتج زحفا مقداره (٢٠٠) بالمائة في ( ۱۰۰۰ مساعة في درجة حرارة (۱۵۰۰) نف

لحساب متانة الزحف يعين وقت الاشتغال بالاف الساعات • أما الزهف المسموح به فيمبر عنه بالنسبة المئوية وهو عبارة عن الاجهاد المـــرن والاجهاد اللذن مضافا اليهما الزحف و يعتمد مذا الرقم على الاستعمال فمثلا في مولد النفائة لايسمح باكثر من (١٠٠٠) بالمائة في (٢٠٠٠) ساعة ٠ مــن الناحية الاخرى في وعاء ضفط يسمح بـ (٢) بالمائة زحــــف •

توجد خاصية مهمة ثانية مي متانة الانهيار مالزحف Creep Repture Strength وهي عبارة عن أعلى جهد يتحمله المعدن لوقت معين بــــدون حصسول انكسسار ٠

ابسط الطرقهي فحص عدة عينات من المعدن فيدرجة

بعد ذلك الوقت اللازم للوصول الى نسبة الزحف المسموح بها ويرسم الجهد أمام الوقت كمافي المخطط أدناه الذي يبين الجهود اللازمة للحصول علىسى نسبة زحف مقدارها(١) بالمائة للفولاذ المقاوم للصدا في درجة حرارة (١٢٠٠) ف •

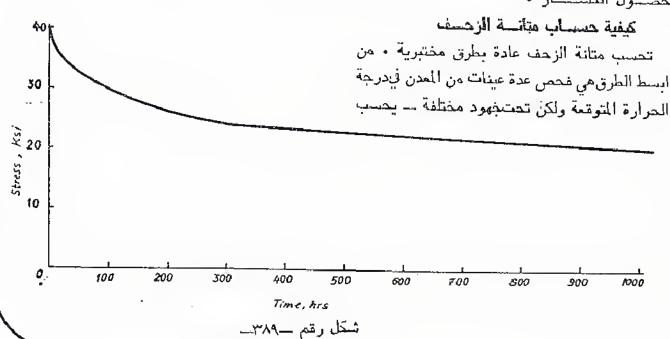
هذه الاختبارات محددة بـ (۱۰۰۰) ساعة ٠ في بعض الحالات قد تجري لدة (١٠٠٠٠) ساعة ٠

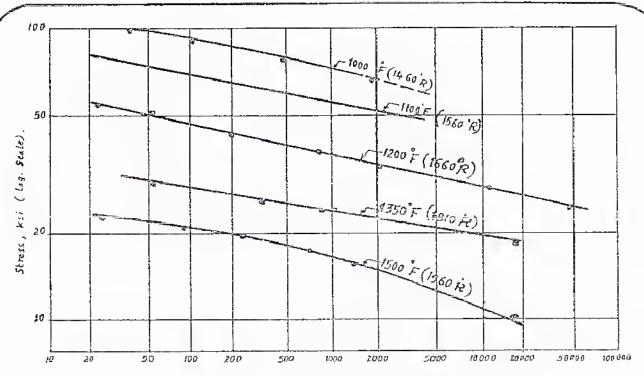
من النتائج يعمل جدول بمتانة الزحف اللازمة للحصول على نسبة زحف معينة أمام درجات حرارة مذتلفـــة 🔹

أدناه جدول يبين بعض الارقام للفولاذ المقاوم للصدا نسوع (٣٠٢) : ــ

درجة الحرارة متانة الزحف (نسبة الزحف (١) بالمائة في (١٠٠٠) ساعة

١٨٠٠٠٨ باوند /أنج مربع ٠٠٠٠ ثف 1700 1 ... 1000





Rupture time, t. hrs (loyarithmic Scale)

شـــکل رقـــم ۴۹۰

للحصول على متانة الزحف بعدد (١٠٠٠ (١٠٠٠) ساعة مثلا يحدد الخط في المضطط أعلى السلى (١٠٠٠ (١٠٠٠) ساعة لذلك فان هذه الطريقة ليست صعيحة تماما وتصاحبها أخطاء -

كيفية حساب متانة الانهيار بالزدف

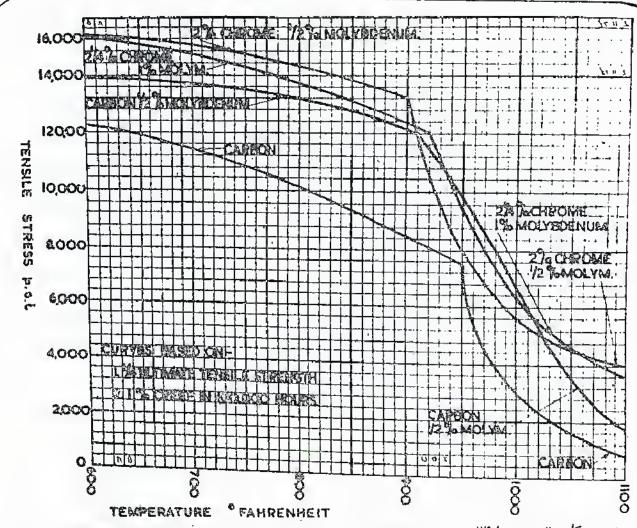
الطريقة هنا مشابهة تماما للطريقة المتبسة لحساب متانة الزحف، تؤخذ عينات في ظريف مشابهة للتشغيل ويسلط عليها جهود مختلفة ويحسب الوقت اللازم لحصول الانهيار في كل عينة • بعد ذلك يرسم الجهد اللازم للانهيار أمام الوقت المستغرق للانهيار لظروف مختلفة كما في المخطط أعلاه الذي يخمس السبيكة (٢٠ كروم ، ٢٠ نيكل ، ٢٠ كولومبيوم) : السبيكة (٢٠ كروم ، ٢٠ نيكل ، ٢٠ كولومبيوم) : بعد الحصول على متانة الانهيار بالزحف تقسرر الجهود التشغيلية باستعمال عامل السسامة

#### طريقمة المقارنسة

بما أن الطرق أعلاه تتضمن النتبؤ بخواص المدن بعد عمر طويل بواسطة تجارب أمدها قصير ، لذلك تصاعبها أغطاء كثيرة ، توجد طريقة حديثة يسرع أبيها أنهيار المعدن بواسطة رفع درجة الحرارة أعلى من درجة الحرارة التشغيلية بكثير ، يحسب الرقت اللازم للانهيار ويحصل على الوقت المطلوب لدرجة الحرارة التشغيلية من جداول مقارنة الوقست بالمترارة المستظمة من معادلة أرهينيوس ، أدناه مخطط يبين الجهود المسموح بها مقابل درجسات حرارة مختلفة لبعض السبائك ،

ألزهك والفعص الهنسيسي

لايمكن الكشف عن الزحف الفيتوسات غير المتلفة ولكن يمكن أخذ فكرة عن مراحل الزحف بواسطة مياس القطر الخارجسي (أو المحيط) للانابيب



Allowable stresses for steels based on 1% creep in 100,000 hours المرقب ما المراقب ما ا

المعرضة للزحف عدد كل توقف وغسب مواقسم وضغوط مختلفة الى أن ينهار المعدن بعد ذلك يمكن ثابتة ومن المستحسن أن تكون قريبة من درجسة حساب العمسر المتبقى للمعسدن ٠٠ المسرارة العليا •

يلاحظ أي تفير في القطر الخارجي للانابيب وتحسب الزيادة في القطر كنسبة مئوية من القطر الاصلى التي مي نسبة الزحف قبل أنقضاء الفترة الزمنية المثبتة من قبل المصمم (عادة ١٠٠٠٠٠٠ ٢ محصس الصلادة Hardness Test ساعة ) يجب أخذ عينة من الله أو الأنبوب أو ٣ م فحصس الشهد Tension Test المعدن المعرض للزهف وفحصه بواسطة مكائسين الزحسف Creep machines التي تسلط عليه درجة ملك ما التحليل الكيمياوي للسبيكة الزحسف Chemical analysis حرارة عالية أكثر من درجة الحرارة التشـــفيلية

يجب أيضا أجراء بعض الفحوصات المتلفة التي تعطى فكرة عن حالة المعدن بعد فترة الاستعمال

المعينة ومن هذه الفحوصات ما يلي : ـــ

١ ـــ مُحمـس الحنــي Bend test

الفحصين بالمجهر Microscopic

Flattening Test محصل الحمار ع

# ثَانيًا: ألمعاد لات والحسابات المستعملة في الفحص الهناسي

# FORMULAE & CALCULATIONS USED IN INSPECTION

In the course of his duties, the inspector will find it necessary to make some calculations of the strength of pipes and vessels, and this chapter is devoted to the presentation and explanation of the various formulae in general use.

In all calculations, the main variable is the maximum allowable stress and some explanation as to how this is arrived at is perhaps necessary. It is now generally accepted that the tensile strength of a material is, in itself, not an adequate criterion of the suitability of that material for high temperature service, i.e. for temperature in excess of 650°F, in the case of plain carbon steel.

Other characteristics necessary are:

- a) Sufficient surface stability to ensure that it will maintain its crossaction in service.
- b) Sufficient structural stubility to prevent the metal from becoming brittle or losing its original strength.
- c) Sufficient hot ductility to prevent brittle fractures in service. Various tests are conducted by steel manufacturers to obtain this information, and one of the most important is creep testing. Specimens of the metal are subjected to different stresses at various temperatures and tests are continued for a minimum of 1,000 HOURS. Usually two creep strain rates or creep rates as they are generally called, are determined

# اعداد: المهندس بدري صالح جاسم

for each material: 1% in 10,000 and 100,000 hours respectively. In refinery practice the former is used for equipment which can be isolated in the event of failure and the latter where failure would constitute a hazard to life and plant.

There are three stages of creep to which a metal under stress is subject.

The first stage comprises the initial stretch which occurs when a metal is subject to a tensile stress; this is normally extremely small and usually neglected.

During the second stage, the elongation or creep strain increases at a constant rate; the creep strain being governed by the applied load and temperature. It is from this stage in the time-elongation curves of a metal that the stresses causing strain rates of 1% in 10,000 and 100,000 hours are determined.

The third or final stage of creep is that during which the elongation or creep strain proceeds at a rapidly increasing rate until failure occurs.

Creep is only of importance, however, at high temperatures, in the case of ferrite steel, above 960°F., and for austenitic steels, above 1,100°F. Above these temperatures the stress capable of producing a creep strain rate of 1% in 10,000 hours is less than one quarter of the ultimate tensile strength of the material at the same temperature. This can be seen from the graph illustrating the construction of the maximum allowable stress curve, Fig 392.

The maximum allowable stress curve is obtained as follow:

Two curves, one of one quarter of the ultimate tensile strength of the material, and the other of the tensile stress producing 1% creep strain in 10,000 hours are plotted against the operating temperature of the metal. The combination of these curves giving the least value of stress for any temperature is drawn and this is the maximum allowable working stress curve.

The use of the stress causing a creep strain rate of 1% in 10,000 hours is purely arbitrary but is accepted as affording a good margin of safety against failure. During the past few years a considerable amount of work has been done on long time rapture stress;

The curves of maximum allowable stress are given in Figs. 2 and 3 that corresponding to the creep strain rate of 1% in 10,000 hours being used for furnace tubes and equipment in confined spaces capable of bieng isolated.

Fig. 392 Maximum allowable stress curve The curve of stress corresponding

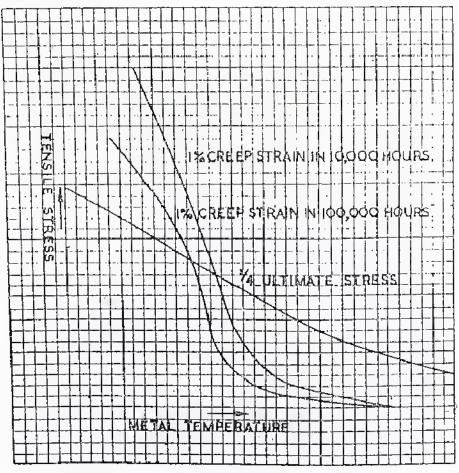


Fig. 392

Maximum allowable stress curve

to creep strain of 1% in 100,000 hours is used in all other cases since it provides the greater safety factor necessary for equipment in more hazardous locations.

#### 1) FURNACE TUBES

Aprt from the normal stress set-up in the material of a furnace tube by the internal pressure, further stresses are induced by the differential temperature gradient, since heat is being transferred from the furnace gases to the fluid in the tube.

Stress at the inner metal surface
And stress at the outer matalsurface

S 
$$\sim 2P$$
  $\frac{b'K^{2b'}}{K^{2b'-1}}$  S  $\sim 2P$   $\frac{K^{2b'-1}}{K^{2b'-1}}$ 

Where P = Pressure in psi K = Ratio of OD to ID

The terms on the right-hand side represent equivalent stress which is to be compared with the allowable TEN-SILE stress for the design creep rate. If the SHEAR stress convention is adopted, as in the following calculations, the values of S1/S2 in the above relation-

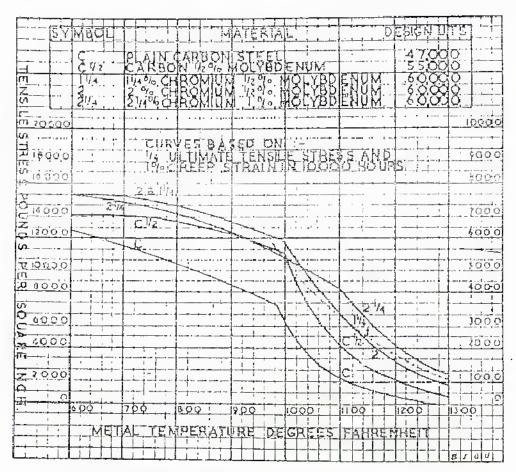
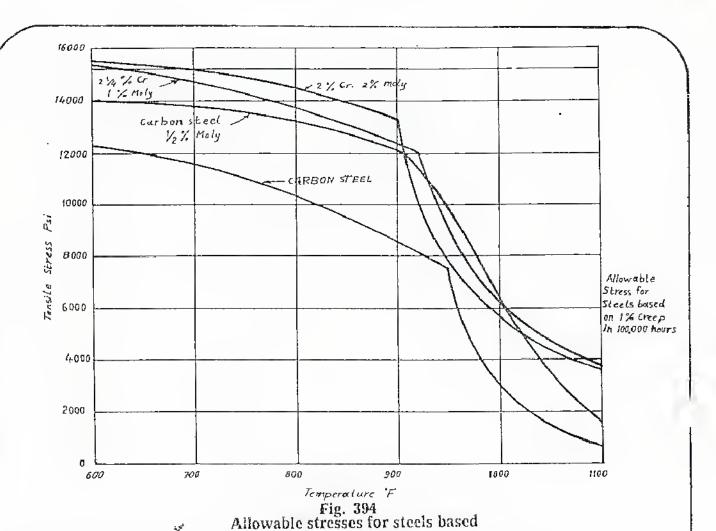


Fig. 393 Allowable stresses for steels (based on 1% creep in 10,000 hours)



on 1% creep in 100,000 hours

ship should be divided by 2, and the allowable shear stress read off the stress temperature graph, Fig 393.

These mathematically derived expressions apply to a tube subject to uniform heat flow, a circumstance unlikely to occur in a furnace so that a safety factor in the form of density factor is introduced. In the calculations the mean heat transfer rate calculated or assumed for any section or tube in a furnace is multiplied by this factor to give the maximum heat transfer for that part. By introducing this factor into the expression for heat flow, maximum

values of the tube wall temperatures are obtained and an extra allowance is made for the decrease in stress because of inthe expression for b'. It is considered that a tube has reached the limit of its creased temperature by its inclusion in safe life when the wall thickness has been reduced to such an extent that operating conditions impose a stress equivalent to that for a creep strain rate of 1% in 10,000 hours. It is important to note that these estimated stresses to not constitute breaking stresses, so that there is a considerable, though varying safety factor. It is thus required to

determine an internal diameter from known value of temperature, pressure and properties of the material.

In order to apply the following method, it is necessary to assume a value for K, the ratio of the external to the corroded internal diameter of the tube under consideration. While no grat error is caused in the final result by an erroneous assumption, any large discrepancy between the assumed and calculated value of K will necessitate recalculation. The calculation of the heat

transfer rates, fluid film coefficients and pressure drop throughout the furnace, involve the use of complicated formulae which will not be discussed here. The values of these three factors for use in the following calculations can usually be obtained by reference to previous reports on the units concerned, or to the design data book if available.

Methods of calculating retiral limit of tubes and headers with examples are given below for the guidance of inspectors.

#### METHOD OF CALCULATING RETIRAL LIMIT OF A SPECIFIED TUBE IN THE RADIANT SECTION OF A CRACKING

FURNACE		
Material of Tube	4-6% CHROME 5º	/ MOLY.
External Dia. of Tube	5.5 inches	= D
luternal dia, of tube	4.5 inches	= d
Temp. of oil in tube (No. 21 in bank of 42 tubes)	1,000°F.	= To
Pressure of oil in tube	894 p.s.i.	= Po
Rate of heat transfer, B.T.U./hr./sq.ft.	8,330	= Q
Fluid film coefficient, B.T.O./in./ 'F/sq.Ft.	400	- 40
Calculated pressure drop from tube to coil outlet	144 p.s.l.	$= \triangle P_0$
Process factor (from Fig. 395)	10	$= \triangle T_{\rm P}$
Heat distribution factor for section of		-
furnace (from Fig. 396) f ₄ X f ₂	= 1.8	:= f
Assumed ratio of the external to the corroded		
internal diameter of the tube 5.5:4.75	= 1.16	$= K_1$
Temperature drop through fluid film		
$fQK_1 = 1.8X8330X1.16$		
_	= 36.2	= △ Tf
ho 480		
Temperature drop through coke or scale		
Q 8330		
(from Fig. 395) = =	=33	$= \Delta T_{\rm C}$
250 250		

Tube design pressure drop factor (from Fig. 395)	1.1	*2-
Inside tube metal temp.	1.1	= J
$= To + \triangle Tp + \triangle Ti + \triangle Tc$		
= 1,000 + 10 + 36.2 + 33	= 1,079°F	$= T_{s}$
Design pressure to be used	— 1,070 F	- 11
$= Po - \Delta Po + J \Delta Po$		
= 894 - 144 + (1.1X144)	= 910 p.s.i.	$= P_{\epsilon}$
Allowable shear stress from Fig. 392 at T ₄ (1,079°F.)	= 4,500 p.s.i.	$= S_{\mathbf{f}}$
Metal constant from Fig. 394.	= 0.19	≕ 'b ['] '
Heat density factor from Fig. 396	= 1.21	$= f_1$
Metal constant from Fig. 397.	= .006	= 'a'
Thermal conductivity from Fig. 398.	= 220	= 'c'
Formula coefficient		
f₁ X Q X D Xa		
⇔ h +		
4c		

RATIO OF EXTERNAL DIAMETER TO CORRODED DIAMETER OF TUBE
IS DERIVED FROM FORMULA

I.12 X 8330 X 5.5 X .006

4 X 220

== 0.19 + ----

$$K^{2b'} = \frac{S_{4} \div P_{4}}{(S_{1} \div P_{4}) - b'}$$

$$= \frac{(4500 \div 910 - 0.58)}{(4500 \div 910 - 0.58)}$$

$$K^{2b'} = 1.13$$

$$Log K = \frac{\log 1.13}{2 \times .58} = \frac{0.0531}{1.16}$$

$$= 0.0457$$

$$\therefore K = 1.111$$

It is now possible to calculate the corroded minimum wall thickness from

the formula
$$T = \frac{D(K - 1)}{2K}$$

$$= \frac{5.5(1.111 - 1)}{2 \times 1.111}$$

$$= 0.275 \text{ inch}$$

$$= \frac{18}{-1 \text{ inch}}$$

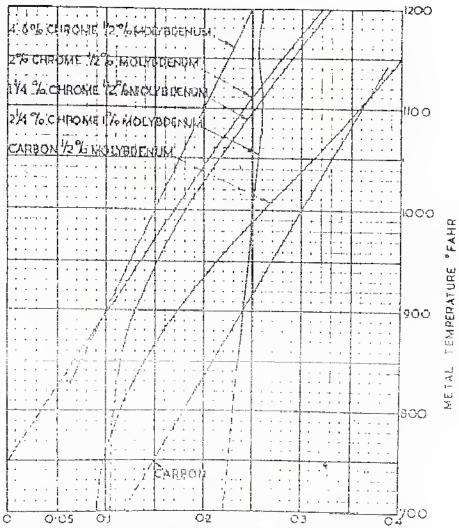
$$= 64$$

= 0.58

As experience has shown that eccentric wastage can take place in furnace tubes, an allowance for this is

added. In this case it would be reason4
able to add — inch for this contingency,
64

making the retiral thickness and inter-  $\frac{22}{64}$  inch and  $\frac{52}{64}$  respectively.



"6" TANGENT OF CURVE OF LOGICREEP STRESS PLOTTED AGAINST CORRESPONDING LOGICREEP RATE FOR CONSTANT TEMPERATURE.

Fig. 395 stress Calculation Metal Constant 'b'.

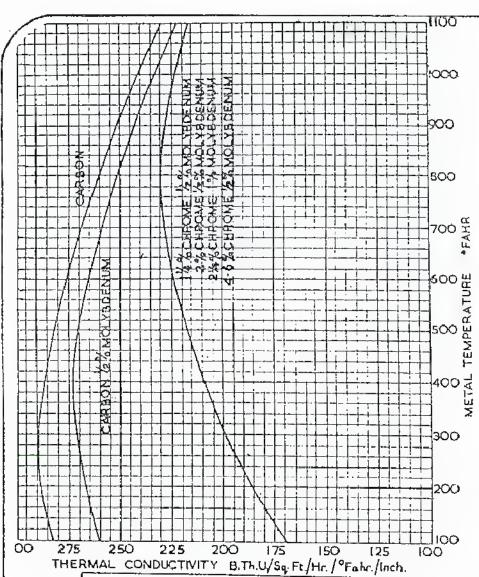


Fig. 396

Thermal conductivities 'c' of steels

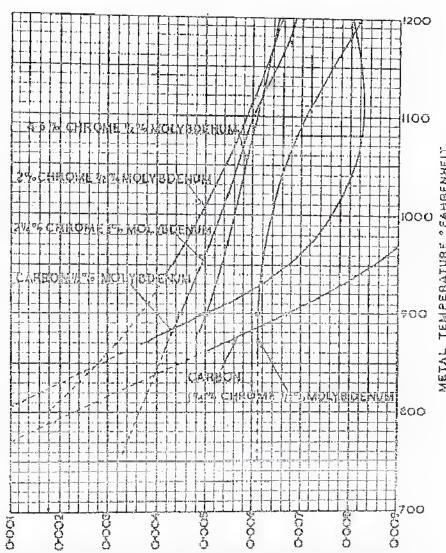
Factor	ATp		ΔTc	j			
Type of furnace	Through- out coll	All Hquid	Liquid and Verous phose	Faprer plesse	AB Hq <b>zid</b>	Liquid and tapoer	l'apest
Vis. breakers and delayed cokers	10	0	Qreco		10	1.50	1.80
Rebollers	10	0	Q/105		10		
Crude and re-run heaters	10	6	For temp, above	Por temp, above	1-0	1:15	1.16
	1 !	-	700 P. Q/253	756° V. Q/256	\$ "L4	3-15	1-10
Phenol heaters	10	Q/250	Q/250	Q/263	1-0	E-18	1-18
Crackers with no souler	10	0	For last 50° P.	For lest for F.	îè	1.15	1-18
	1 1		oil temp. Q/250	oll temp. Q/200	1.0	4.10	A-10
Crackers with souker	10	Q	Q/350	Q/350	1.0	1-99	1-09
Naphtha reformers	10	£JI	0	Socker ante	íč	1.10	1.10
	! !			C/MED	- 4	1 20	
Gas reversión collo	1 5	e	l a	Souther only	1-5	1-10	1-10
				Q/REG		1	1
Thermal polymerication coils	5	0	4 0	Booker outy	3-0	1-0	1.26
		_		Q/1,000	~ =	1 10	1 20
Gisi heaters	10	0	G	Q/1,000	_		1-10

Fig. 397 Allowances for process variations

ATp = Process allowance on all temperature added to allow for possible increase in temperature for processing.

ATe = Allowance for possible coke deposit and resultant temperature drop through coke layer.

 $J_{\parallel}=$  Safety factor on pressure drop calculations and possible increase in throughput.



Z' - AVERAGE INTERVAL BETWEEN LINES OF LOG. CREEP SYRESS PLOTTED AGAINST LOG CREEP RATE PER DEGREE FAHRENHEIT.

Fig. 398 Stress calculations. Metal constant 'a'

TYPE OF FURNACE	SECTION	ſA	fB	f1	f2	f
Box Type with Roof floor	Roof	1.10	1.10	1.210	Rm/1.25R	f, Xf,
and Wall Tubes.	Walls	1.10	0.85	0.935	Rm/1.25R	$f_1Xf_2$
	Floor	1.10	1.00	1.100	Rm/1.25R	$f_1 X f_2$
Box Type with Roof and	Roof	1.10	1.10	1.210	Rm/1.25R	$f_{\perp}Xf_{2}$
Wall Tubes.	Walls	1.10	0.85	0.935	Rm/1.25R	$f_{1}Xf_{2}$
Box Type with Roof and	Roof	1.10	1.10	1.210	Rm/1.25R	$f_1Xf_1$
Floor Type	Floor	1.10	0.90	0.990	Rm/1.25R	$f_{\pm}Xf_{\pm}$
Vertical tube type	Radiant	1.20	1.00	1.200	R ₁₀ /1.25R	$f_a X f_k$
All types	Shield	1.10	平	fAXfB	1.60	$f_1 X f_2$
	Convec.	1.10	¥	fAXfB	1,60	$f_{1}Xf_{2}$

Fig. 399 Heat density Factors

fA = Factor to account for variations in heat transfer rate along, the length of the tube.

fB = Factor to account for variation in heat transfer rate from section to section.

f₁ = fA X fB = Overall factor to account for variation in average rate.

 $f = fA \times fE \times f2 = f1 \times f2$ 

Rm= Maximum outside heat transfer rate around circumference of the tube.

R = Average outside heat transfer rate around circumference of the tube.

 $f_i$  = Can be taken as 1.50.

For shied use heat transfer rates as calculated for each row.

For convection sections use heat transfer rates for each row proportional to the mean logarithmic temperature difference for that row.

The above calculations have been

made using the temperature at the inner tube wall surface, when the stress is greatest. If it is desired to check the tube for the stress at the outer fibres of the tube wall, a further calculation must be made as follows:

$$= \frac{\text{fQD (K - 1)}}{\text{(K + 1) C}}$$

$$= \frac{1.8 \times 8,330 \times 5.5 \text{ (1.111 - 1)}}{\text{(1.111 + 1) X 220}}$$

$$= 19.8^{\circ}F. \qquad = \Delta T_{t}$$
Outer tube metal temperature
$$= T_{1} + \Delta T_{t} = 1,079 + 19.8$$

$$= 1,098.8^{\circ}F = T_{2}$$
Stress at outer Tube Surface
$$P_{1} b'$$

$$= \frac{P_{1}}{2} b'$$

K25'_1

$$= \frac{910 \text{ X}058}{1.13 - 1} = 4,060 \text{ P.s.i.} = S_2$$

The allowable shear stress from Fig. 392 at Temperature  $T_2 = 4,100$  p.s.i. from a comparison of the calculated and tabular stresses  $(T_2)$  it will be seen that the two figures very closely agree.

# 2) FURNACE JUMP-OVERS AND TRANSFER LINES

The same method of calculation of the minimum allowable—wall thickness as that detailed above is used for these lines.

Certain of the temperature allowance calculations however are unnecessary since there is no input of heat through the tube wall and b' thus becomes equal to b in all cases. The maximum allowable stress is based on a creep strain rate of 1% in 100,000 hours and is taken from Fig. 393.

#### 3) FURNACE HEADERS

An example of calculating the minimum thickness of a cast steel header in given below:

Hender material 2% chrome. 5% molybdenum

Outside diameter = 9.125 inches Thickness = 1.3125 niches

Operating pressure in header = '894 p.s.i.

Operating pressure corrected for a casting, by factor 0.7

$$= \frac{894}{0.7} = 1277 \text{ p.s.i.}$$

Operating temperature = 1,000°F Corrosion allowance = .125 inch Allowable stress from Fig. 393 at 1,000°F = 5,600 p.s.i. From formula

$$\frac{P}{S} = \frac{1}{0.5 \left(\frac{D}{T} - 0.4\right)}$$

$$T = \frac{D}{2\left(\frac{S}{P} + 0.4\right)}$$

$$T = \frac{9.125}{2\left(\frac{5600}{1277} + 0.4\right)}$$

T =0.955 inch + corrosion allowance .125 inch.

T = 1.08 inch.

#### Where

P = corrected pressure,

S = allowable stress at operating temp. (Fig. 393).

Doutside diameter of heuter.

T = minimum thickness required. The calculation shows an excess thickness of 1.3125 inches - 1.08 inches.

= .232 inch or  $\frac{15}{64}$  inch exclusive of corrosion allowance.

It should be noted that while the tendency is towards the use of cast steel headers there are many forged steel headers still in use and calculations for this type of header are based on the lamé formula:

$$S = \frac{P(D^2 + d^2)}{D^2 - d^2}$$

BUT since the corroded internal diameter is required, the formula can be adapted to a more convenient form;

$$d = \frac{D^2(S - P)}{S + P}$$

The side wall of the header being cut away to accommodate the cross-over connection, thus detracting from the strength of the body, due allowance must be made.

Header allowable operating pressure or minimum wall thickness are calculated from the above formula, in which a stress factor of 1.5 is incorporated to compensate for loss of side wall. The allowable tensile stress used in the formula is that taken from Fig. 393 i.e. the stress causing a creep strain rate of 1% in 100,000 hours, divided by the stress factor of 1.5.

Assuming the conditions to be the same as those used in the previous example, the calculations for a forged steel header of similar material and dimensions are as follows:

$$d = \sqrt{\frac{D^{2}(S - P)}{\frac{S + P}{15 \cdot 125^{2}(3733 - 894)}}}$$

$$d = \sqrt{\frac{(9.125^{2}(3733 - 894))}{3733 + 894}}$$

The minimum thickness therefore is:

= .997 inch or 1.122 inch with .125 inch corrosion allowance.

This calculation shows an excess

thickness of 1.3125-1.122=.19 inch exclusive of corrosion allowance.

The circular cross-overs of furnace headers are not subject to the limitation imposed by a side opening, and the lame formula can be applied without the use of the stress factor. Other sections of cross-overs require special treatment and used not be entered into here.

#### 4) TOWERS AND VESSELS

The barlow formula is used for the calculation of the minimum allowable thickness of the shell plates of towers and vessels.

$$t = \frac{P.Dm}{2SE}$$

The A.P.I. — A.S.M.E. 'Code for Unfired Pressure Vessels' for petroleum liquids and gases, which uses this formula, has been found by experience to be a most comprehensive guide for the construction of oil refinery vessels and is recommended.

The following notes should be used in conjunction with the above code. With regard to the calculation of shell thickness the code states that

"In addition, provision shall be made through increased thickness; for the loading, other than internal pressure".

It is not usual to take cognisance of these additional loadings when calculating the minimum thickness of the various parts of a vessel for the purpose of certifying it fit for further service. It is accepted that allowance for impact loads, fluctuating pressures, wind loads, etc., is made by taking as the maximum

allowable working pressure, the normal working pressure plus 10%, that being the value at which the safety valve is set to release.

Temperature differences may exist in various sections of a vessel and in designing such a vessel, the safe allowable stress in the material is based on the maximum temperature.

Safe allowable stresses are constant up to a temperature of 650°F., But thereafter decrease as the temperature increases.

The Joint efficiencies used in the formula are those indicated in the code.

There are five main types of heads used in pressure vessel design and are as follows:

1. Ellipsiodal with a ratio of inside major axis to inside minor axis not exceeding 3:0, the appropriate formula being

$$t = \frac{PVD}{2SE - 0.2P} + corresion$$
2 Pieled (collection)

2. Dished (torispherical)

 $t = \frac{}{2SE - 0.2P} + corrosion$  allowance.

Consisting of a spherical segment (crown) having an inside radius not exceeding the outside diameter of the skirt (flange) of the head.

In good design the knuckle radius of the head should not be less than 6% of the crown radius and in no case less than three times the head thickness.

3. Hemispherical

$$t = \frac{PD}{4SE - 0.4P} + \frac{CONICAL}{CONICAL} + \frac{PD}{2cos \propto (SE - 0.6P)} + C.$$

When < is greater than 30°, the head should be attached to the shell by a nuckle having the same proportions as those required for a dished head, using the outside diameter of the vessel at the point of attachment as a basic for contputing the knockle radius.

5. F L A T.

The thickness of flat Cover Plates 
$$t = d\sqrt{\frac{CP}{S}}$$
 + corresion allowance.

This formula should be applied for those cover plates not already covered by standard holted blank flanges requiring type jointing.

'C' in the formula is a factor ranging from 0.162 to 0.75 dependent of the method of attachment of head to shell. This is given as 0.162 for plate rigidly riveted or bolted to shell flanges with full face joints, and for heads integral with shell, when in the latter case the interant diameter of the shell does not exceed 24 inches, 0.25 for flanged plates forged integral with or butt welded to the shell with properly designed internal corner radii, 0.30 for flanged plates attached to shell by means of circumferential lap joints, riveted or welded, 0.45 for plates bolted to shell flanges in such a way as to tend towards dishing the plate, 0.5 for plates fusion welded to the inside of

the shell.

Reference to the code should also be made for calculations on vessel subject to external pressure.

#### 5) FLANGES

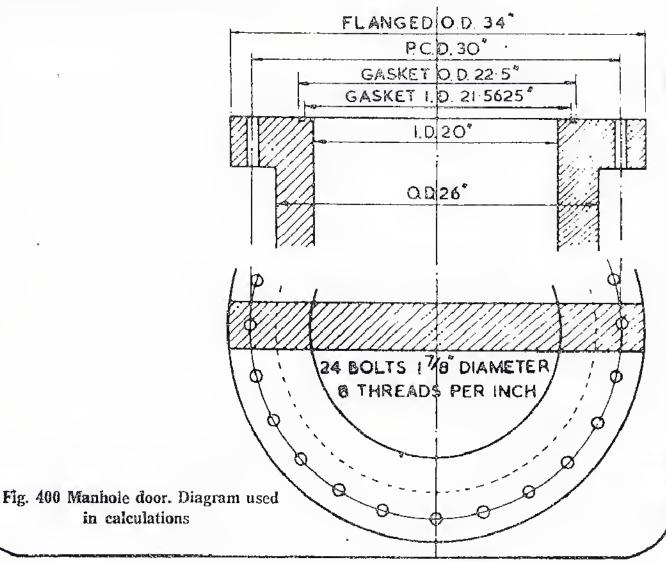
The formulae given in the code for the design stresses in a flange with or without a hub, while not being mandatory, offer the designer valuable assistance, but a simpler procedure may be used by the inspector as an approximation in order to check on the stresses in flange and bolts, and involves an assumption for the value of the load on the

in calculations

gasket due to tightening the bolts.

The flange of a manhole, nozzie or pipe may be treated as a beam that is supported at the outside diameter of the fitment, load at the pitch circle diameter of the bolts of width equal to the pitch of the bolts. The following example will serve to illustrate the method of approximation: The manhole of a reactor chamber operating at a pressure of 1,000 p.s.i. and 750°F has the following dimensions, Fig. 400.

Direct load on cover bolts due to internal pressure



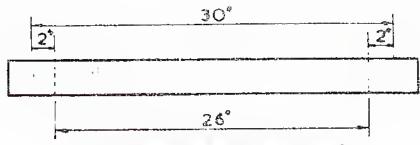


Fig. 401 Manhole door. Diagram used in calculations

= Area of cover inside gasket X working pressure

11X21.562X1,000

= 365.000 lb.

Additional load on cover bolts to compress gashet sufficiently to contain internal pressure (this is based on 12 times the working pressure)

= Area of gasket X 12 X working pressure

= 392,000 lb.

14

The fiange may be treated as a beam as shown by the shaded area in Fig. 400 the beam being of rectangular section 4 inches deep by 3.4 inches wide. The width of 3.4 inches is that over which the load on one bolt is effective, being the circumference of the bolt circle divided by the number of bolts.

Bending moment

- = bolt load X arm
- $= 31,500 \times 2$

= 63,000 inch lb. Stress in the flange

	bending moment	MY
=	and the of costion	; T
Y =	modulus of section half depth of beam	1
	breadth X depth ³	
Į ==		18.15.
	12	

Stress in flange

18.15

= 6,950 lb. per square inch.

As this stress is much lower than the maximum allowable stress 12,050 lb. per square inch at 750°F, for carbon steel firebox quality, there is a considerable corrosion allowance available.

#### m NOZZLES

The minimum allowable thickness of a nozzle is determined in the same manner as the shell thickness of towers and vessels.

All nozzles or openings (with certain exceptions) cut in the shell and end plates of vessels require reinforcement due to the loss of strength of the plate. A method of computation for reinforcement is given in the code to which refe-

rence should be made, but in general, the amount put back as reinforcement should at least equal the amount cut out.

Exceptions to this rule are openings up to and including 3 inch pipe size if in plate of 3/8 inch or less, and up to and including 2 inch pipe size if in plate exceeding 3/8 inch, after deducting corrosion allowance. These openings do not require reinforcement as it is considered that there is adequate inherent reinforcement in the attachment.

#### 7) PIPEWORK

The minimum wall thickness allowable for pipes and tubes other than those previously dealt with, are usually calculated by the Barlow formula, but, in certain cases where the nominal diameter of the pipe is 4 inches or more and the thickness of the pipe is equal to or greater than 10% of the inside diameter, the lamé formula is used.

$$t = \frac{d}{2} \left( \sqrt{\frac{SE + P}{SE - P}} - 1 \right)$$

Calculations based on these formulae give heavier and safer walls than those based on the theoretically correct Clavarino formula, which expresses, true stresses, due to the pressure in the tube wall and based on the coefficient of lateral expansion, i.e. Poisson's ratio. Using a value of 0.300 for this ratio, the Clavarino formula becomes:

$$t = \frac{d}{2} \left( \sqrt{\frac{SE + 0.4P}{SE - 1.3P}} - 1 \right)$$

Poisson's ratio is difficut to determine accurately, particularly at high temperatures, and the above formula should be treated with reserve.

On no account should the Barlow, lamé or Clavarino formulae be used for tubes subject to heat transfer or high temperature since they make no allowance for the stresses set up in a tube wall by the difference of temperature; this of course mainly applies to furnace tubes.

#### 8) FURNACE TUBE ROLLING

A considerable amount of research has been carried out by various designers and suppliers of oil equipment, to determine the influence of the type of serration in a furnace tube header on the rolling characteristics, tightness and holding power of this type of joint. Some forms of header serrations are shown in Fig. 402.

The amount by which the tube is increased in diameter on rolling into the header bears a definite relationship to penetration of the tube metal into the serration, the original thickness of the tube wall and hardness of the material of the tube. This relationship has been determined experimentally and the results are shown graphically in Fig 403.

From this graph the amount of effective roll for tubes of any size, wall thickness and material can be obtained.

The figure so obtained represents the amount by which the tube would have to be rolled if, at the time of commencing rolling, the tube had been in close contact with the header. A certain amount of clearance, is necessary to allow the easy insertion of the tube. With new tubes and headers, this clea-

rance is small, approximately 2/64 inch, and the amount of rolling necessary to bring the tube into contact with the header is taken as one and one half times this amount.

Thus the total increase in diameter, or roll of tube with a new header is the sum of the effective roll and one and half times the clearance.

It is sometimes found that headers which have been in service, stretch to

a certain extent, increasing the clearance between a new tube and header. This clearance may now range from 4/64 to as much as 10/64 inch, and it is the general practice to make the total roll equal to the effective roll obtained from the Fig. 403 plus the clearance. In such a case the total roll should not exceed 20/64 inch. Headers in which the clearance exceeds 10/64 inch are usually rejected as unfit for further service.

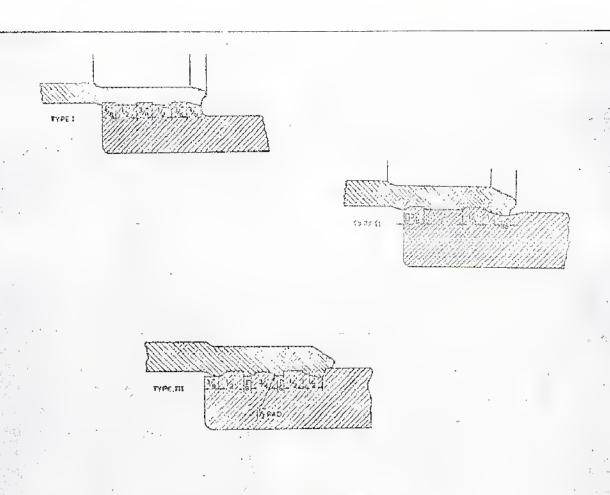


Fig. 402 Typical header serrations

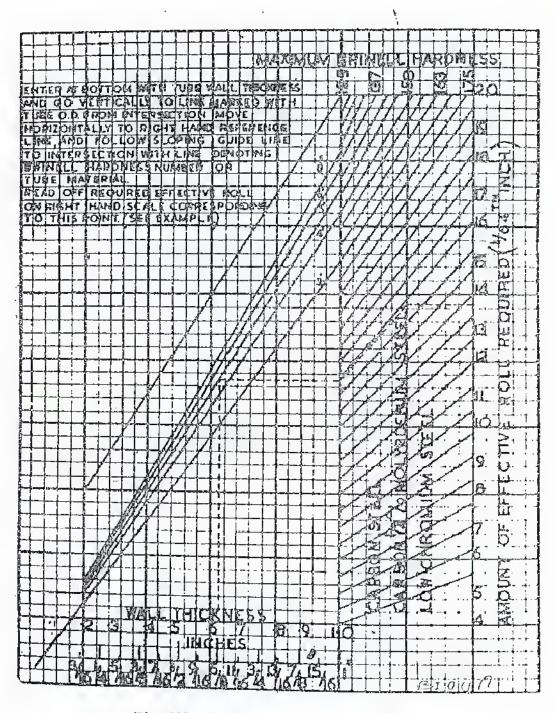
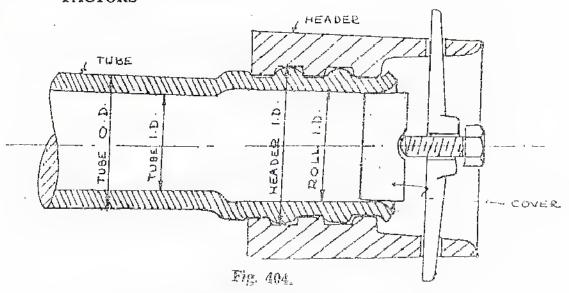


Fig. 403 Chart for use in computing tube rolling allowances

# 9. FURNACE TUBE EXPANSION FACTORS



Clearance = Header I.D. — Tube O.D. Total Expansion = Clearance + Expansion Factor* Roll I.D. = Total Exp. + Tube I.D.

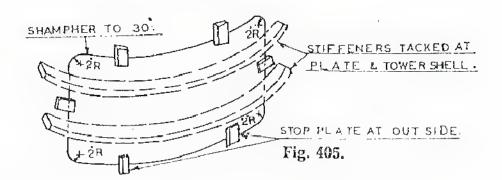
*													
TUBE	EXP	ANSIO	V FOR	L R01	LING	FOR	F 1-4-11	1 MUL	1 WA	ALL T	HICK	NES	5
WALL THICK.	1/4"	5/16	3/8	7/16	1/2"	9/16	5/8	11/16	3/4	13/1°	7/8°	15/16	1 /
EXPAN.	6/64	6/64	7/64	8/64	9/64	10/64	11/34	ŀ	13/4	14/64	14/1	15/64	15/64

#### NOTE:

- 1. For Max. security the tube shall be neither under-rolled nor over-rolled.
  - 2. The factors above apply only

when installing a new tube in a new header, when tube O.D. & header I.D. meet the standard telerance.

### 10. PROCEDURE FOR AN INSERT PATCH TO A PRESSURE VESSEL SHELL



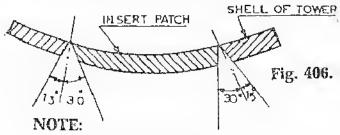
### I-Procedure for fixing the insert patch:

- a Measure the shell thickness of the vessel and locate the area to be patched.
- b Be sure that the thickness around the area to be patched is not to be less than the retired thickness recommended. Then locate exactly the area that is going to be cut and removed.
- c Cut out the located area of the patch with the corners of 2" radius.
- d Cut out a tin plate patron of the finished opening before cutting the insert-patch, so that to use it as a guide patron for the right size and shape of the patch.
- e Cut out and prepare the insertpatch as shown in Fig. 405.
- f Fit the insert-patch so that to have a root gap after weld preparation not larger than 1/16".
- g Fit to the patch radial stiffeners to the inside of column, and fit short stop plates on outside as shown in fig. 405.

  H Welding Procedures:
  - a One qualified welder is to carry

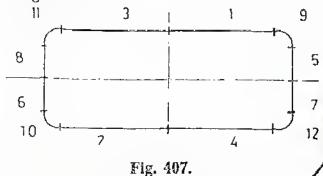
out the welding.

b — Preparation is as shown in Fig. 406. Match of the plates from the inside.



ROOT GAP MUST NOT EXCEED 1/16 AFTER FITTING.

c — Welding sequence is to be carried out in such a way as to minimize distortion and straining. Follow the recommended procedure as shown in Fig. 407.



- d Welding of the root run is to be conducted with gauge 12 welding rod.
- e Welding to be conducted from the out-side, each pass is to be ground and tested for cracks.

Use the Dye Penetrant Method.

After completion of the out-side welding, the welding seem is to be chipped from the inside, and after testing for cracks is to be welded.

- f After completion, the weld is to be radiographed, and the defects are to be rectified.
- g The vessel is to be steam-tested at the design pressure.

# 11) ALIGNMENT OF UNEQUAL PIPE INTERNAL DIAMETER:

The recommended alignment of pipe weld joint of unequal ends at internal diameter given by AMERICAN STANDARD CODE FOR PRESSURE PIPING (ASME) (ASA B31, I-1955) under Section-6, Paragraph 629, Base Metal Pre-

paration for welding under section (a-3) Alignment, given as follows:

"Alignment" The ends of pipe-to pipe, pipe-to-fitting, and pipe-to valve joints shall be aligned as accurately as is practical within the existing commercial tolerances on pipe diameters, pipe wall thickness and out-of-roundness. Alignment should provide the most favorable conditions for the deposition of the root bead.

This alignment must be preserved during welding. In case where ends of unequal diameter are abutted, and the internal misalignment exceeds 1/16 (n. the pipe with the smaller internal diameter shall be internally trimmed so that adjoining internal diameters will result in approximately the same thickness as in Fig. 408.

In no case, however, shall trimming of the inside diameter result in a wall thickness less than the minimum requited for the service condition as purse ribed in the applicable section of the code."

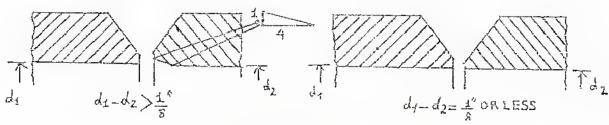


Fig. 408

BUTT WELDING OF PIPES OR FITTINGS OF UNEQUAL WALL THICKNESS

# 12) QUICK METHOD FINDS NEED FOR PIPING REINFORCEMENT

Use the equation:

Schedule Number == 1000 P/s

If design pressure  $P_d \leq 0.4 P$ , then reinforcement is not required. But if  $P_d \geq 0.4P$ , the method mentioned-below should be used to check the design.

### Examples:

a. A 4-in., connection is to be cut into a 6-in. schedule 40 steam line that was designed for 400 psi. and 700°F Using A-106 Gr. B pipe for the connection, is reinforcing required?

a = 14,350 psi.

 $p = (14,350/1,000) 40 \approx 570 \text{ psi}$  $P_d = (400/570) P = 0.7 P.$ 

Therefore a method should be used

to determine the amount of the reinforcement required. Note that if the schedule number is increased to 80 reinforcement would not be required. This approach may be more economical than reinforcement on large headers with closely spaced nozzles.

b. A 3-in. connection is to be cut into an 8-in. schedule 40 service water header designed for 150 psi. at 120°F. With A-106 Gr. B, is reinforcement required?

s = 15,000 psi.

 $p = (1,5000/1,000) 40 \implies 600 \text{ psi.}$  $P_d = (150/600) P = 0.25P.$ 

Therefore reinforcement is not required in this case.

The advantages of the approach outlined here are speed conservative design, and reduction of the number of calculations required.

# 3-PRESSURE_TEMPERATURE HATTINGS FOR STEEL PIPE FEARGES AND FIA WORD FITTINGS

McCorial: Carbon Steels.

Facing: Other than Ring-Joint.

	Primary Service Primarie Raidings	350	3,00	400	500	500	1500	2502
Fluid	Nydrostatic Shell Test Fressures	350	900	1300	1800	2700	4500	7500
	Service Temmerature Deg P	Saximum, Non-Shack, Service Pressure Rettings at Temperature from 100 to 1000 F.						
	100 150	230 320	600 590			ጊ800 ነ የኛወ	7000 11950	5000 4915
	200 - 250	210 800	580 570			1740 1710		4830 4750
-	3-90 3-50	7,90 7,91 7,91	560 550		1120 1095	1680 1645	2800 2740	4660 4565
Water, Steam,	400 450	170 160	540 525		_	1615 1580	2690 2630	44 <b>7</b> 5 4380
011.	500 550	<b>159</b> 140	500 475			1480 1480	2500 2370	4165 3050
	800 656	130 120		590 550		1330 1340	2220 2126	3700 3450
	7007 750		540 540		080		1937) 1700	7160 5830
	600 850	90 80	<u>500</u> 245	<u>400</u> 550			1505 1230	2050 2050
0 <u>1</u> 1	009 070	70 55	216 165	520	-120 330	495	1050 825	1750 1375
	7,000	40	33.0	150	040	360	0.00	1000

AMERICAN NYARANA GODE WAR FREESINE PIPING

Fig. 409.

### Pressure-Temperature Ratings for Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings

<u>Material:</u> Carbon Steels <u>Macings:</u> Ring-Joint

	Primary Service Pressure Ratings	150	300	400	600	500	1500	2500
Na a	Hydrostatic Shell Test Pressures	425	1100	1450	0175	3250	5400	9000
Pluid	Service Temperatures Deg F	Maximum, Mon-Shock, Service Pressure Ratings at Temperatures from 100 to 1000 F						
	100 150	275 255	720 710	960 945	1440 1420		3600 3550	6000 5915
	200	240	700	920	1400	2100.	3500	583 0
	250	225	690	930	1380	2070	3450	575 0
Maten	3 <i>0</i> 0	210	680	910	1365	2025	3415	5690
	350	195	675	910	1350	2025	3375	5625
Steam	400	180 165	665 660	89 875	1330 1320	2000 1975	3330 3295	5550 5490
ori	500	1 <u>50</u>	625	835	1250	1875	3125	5210
	550	140	590	700	1180	1775	2955	4925
	600	130	555	740	1110	1660	2770	462 0
	650	120	515	690	1050	1850	2580	4300
	700	110	470	635°	940	1410	2350	592.0
	750	100	425	575	850	1275	2325	355.0
	800	88	365	490	730	17,00	1830	3050
	850	88	<u>500</u>	490	<b>600</b>	<u>900</u>	15 <b>0</b> 0	2500
	900	70	210	320	420	630	1050	1750
	950	55	165	380	330	495	825	1375
	1000	40	120	160	240	360	600	1000

AMFRICAN STANDARD CÖDE FOR FREGSURE PIPING

Fig. 410.

### 14) WHEN TO STRESS RELIEVE A PRESSURE VESSEL:

This nomogram may be used to quickly and easily determine whether a pressure vessel must be stress relieved to meet the requirements.

Note that the requirements for pressure vessels dimensioned by the outside diameter may be determined directly from this chart. The formula given by the code is based on the inside diameter of the vessel.

t = maximum thickness permitted without stress relief.

D1= Inside diameter.

Do= Outside diameter.

Para. UCS 56 gives, 
$$t = \frac{DI + 50}{120}$$
But also  $t = \frac{DO + 50}{122}$ 

Which is derived as follows:

t = 
$$\frac{D1+50}{120}$$
 and  $D1 = D0 - 2t$   
then
$$t = \frac{D6-2t+50}{120}$$

$$122t = D0+50$$

$$t = \frac{D0+50}{122}$$

The rules for use of this nomogram are as follows:

1: The solid and the broken diagonal reference lines are to be used separately depending whether the vessal is dimensioned by outside or by the inside diameter.

120

is to be used when the vessel is dimensioned by the inside diameter. Follow the veritical line downward from the inside diameter on the top scale until it intersects with the horizontal line from the given thickness. If the intersection lies on or below the broken line, stress relief is not required.

Example: For a vessel 70 inches ID and 1.00 inch thick, the intersection lies above the broken line. Therefore, stress relief is required.

3. The diagonal solid line 
$$t = \frac{Do + 50}{122}$$

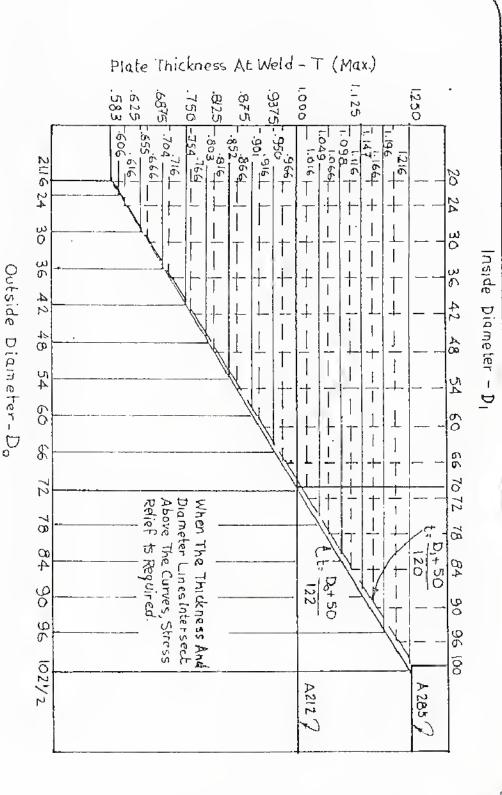
represents the maximum thickness of a vessel shell not requiring stress—relief when the vessel is dimensioned by the outside diameter.

If the intersection of the vertical line upward from the given outside diameter with the horizontal line from the shell thickness, is below or on the solid line, stress relief is not required.

Example: For a vessel 72 inches OD X 1.00 inch thick, the intersection point is on the solid line. Therefore, siress relief is not required. But, the intersection point for 72 inches OD X 1.1/8 inches lies above the line. Therefore, stress lief is required.

4. Note also the horizontal lines in the upper right of the nomografu labelled "A-285" and "A-212". These are extensions of the diagonal lines which represent the maximum thicknesses for A-212 and A-285 steel that may be used without stress relief regardless of diameter.

Example: A vessel 96 inches OD (or ID), and 1.1/8 inches thick requires stress relief for A-212 steel, but not for A-285 steel.



NOHE: 17 his For Strees Relieving. Plotted From H.CEP Vol. 40 Nº 8, Aug. 1961. Pressure Vessels, Paragraph UCS 56 Sets Standared, Nomograph Fig. 411. WHEN TO STRESS Based On ASME Code For Unfired RELIEVE PRESSURE VESSLE

### 15) MINIMUM TUBE WALL THICK-NESS FOR FURNACES SUBJECT TO CREEP

Fig. 413 and Fig. 414 represent the creep strength, F, expressed in pounds per square inch, for 1% elongation in 3,000 hours as a function of metal type and temperature.

Minimum tube wall thickness for a given temperature, pressure, and tube size is a function of the creep strength of the material, and may be expressed by the Barlow formula as follows:

$$t = \frac{(P) (O.D.)}{2F}$$

t = tube wall thickness inches.

p = pressure of fluid flowing inside tube, pounds per square inch.

F = creep strength of metal at given temperature, pounds per square inch.

O.D. = External diameter of tube, inches.

a function of creep strength and pressure. By reading the creep strength, F, of a material at a given temperature in

tained from Fig. 415. By multiplying "C" by the outside diameter of the tube, the minimum tube wall thickness for the given pressure and temperature is obtained. Values of "C" less than .02 are not given since the limit of tube wall thickness, regardless of creep strength, hus been set at 0.125 inches.

Example: Tube material —carbon—0.5 molybdenum

Tube size - 4" O.D.

Temperature of metal - 1000°F.

What is the minimum tube wall thickness for this tube if the operating pressure is 1000 pounds per square inch?

Fig. 413: Read up the 1000°F, abscissa to the C-0.5 Mo, curve, and obtain a value of 12 at the left hand ordinate. The creep strength is 12,000 pounds per square inch.

Fig. 415: At the intersection of the abscissa 12 and the 1000 pound curve, read the value 0.042 on the ordinate "C". For a 4" O.D. tube, the minimum tube wall thickness equals 4 times .042 equals 0.168 inches.

For metal temperatures below 900°F, use the values for 908°F.

The following table gives the approximate relationship between the oil and metal temperatures:

Type of	₩. # 27	Metal
Henter	Temperature °F.	'l'd'aperature °F.
Henry (	925	្រាក្សា
	900	1000
	935	1100
	950	1150
Light Oi	1 850	900
	925	1000
	1000	1150
	1025	1170
	975	1100
	1050	1200
Reformin	ıg 800	900
	825	925
	850	950
	875	1000
	900	1005
	925	1050
	Fig.	412

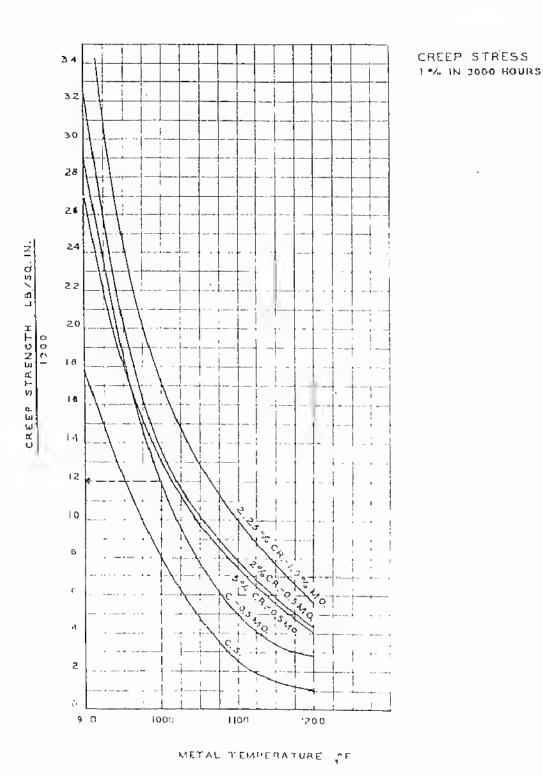
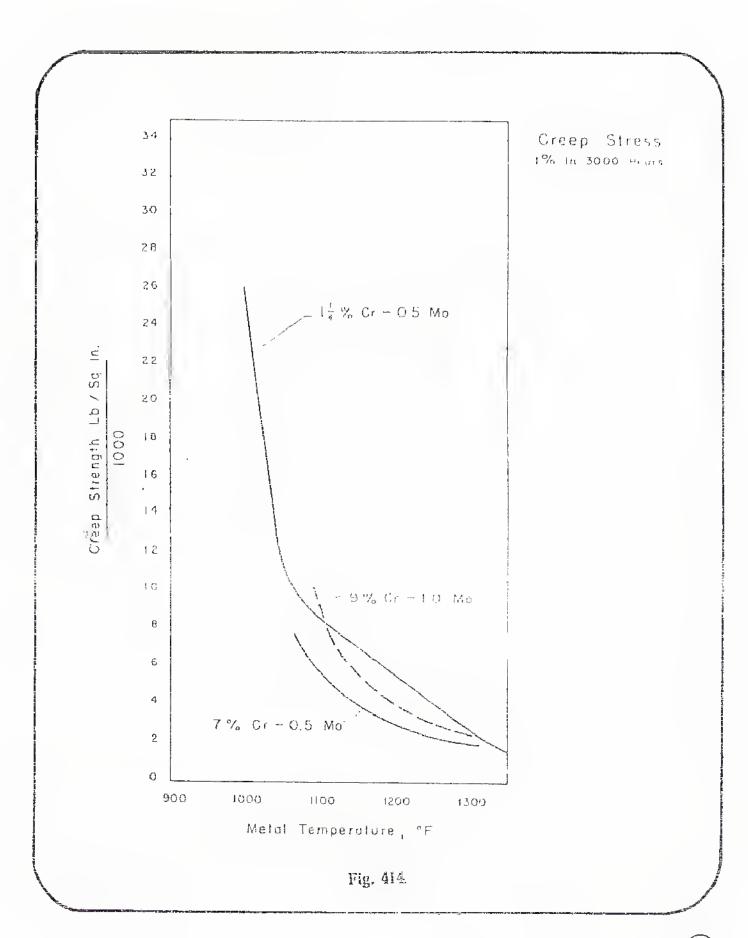
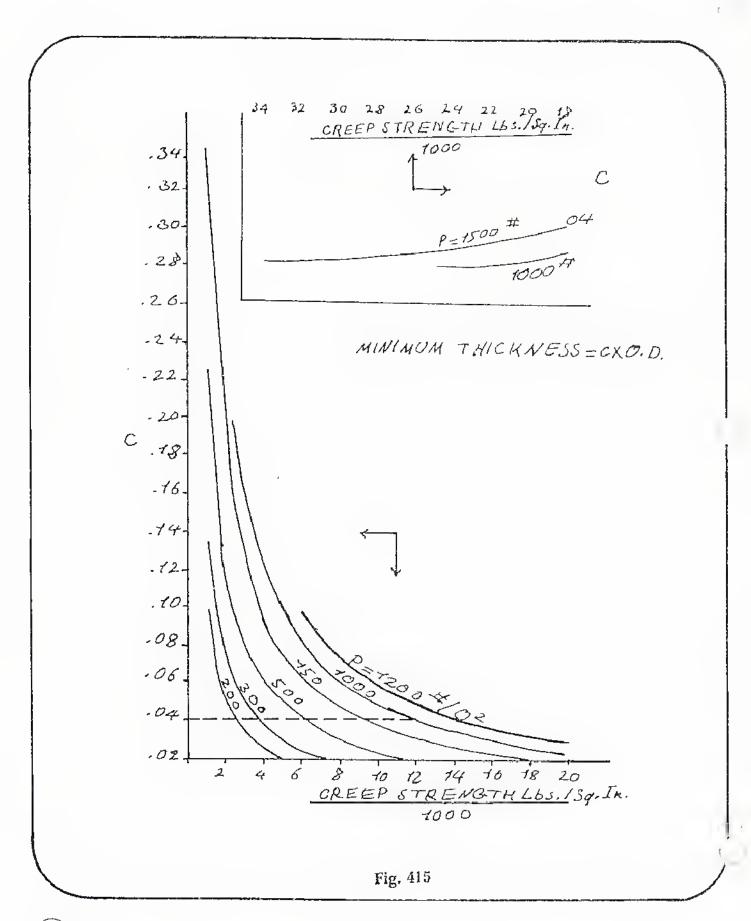


Fig. 413





# 16) TUBE ROLLING PROCEDURE PREPARATION

The ends of all tubes to be carefully checked for a distance of between four and six inches, and all mill scale, rust, grease or other foreign matter removed from both inside and outside of the tubes.

easily effected by grinding or wire-brushing with a small electric or air driven motor. The use of a ring gauge helps to check that all burrs and high spots have been removed. Mill scale on the outside of the tube will crumble under the pressure of the tube rolling operation causing damage to the tube bearing of the fitting and prevent a pressure tight roll. Loosened scale on the inside of the tube will crowd into the working parts of the expander and cause flanking of the rolls and mandrel as well as possible breakage of the tool.

Before expanding, tubes should be locked in place by mems of woodenwedges driven between tubes and tube sheets or any other mechanical means to ensure and maintain the specified tube inspection and to prevent displacement or rotation of the tube during volling. No spot welding is permitted; all such temporary supports or blocks to be removed after rolling is completed. The tube bore of the fitting shall be thoroughly cleaned with kerosene or gas oil to remove all oil and grease or other protective coating. All rust, nicks or foreign matter must be removed. Oll or grease in serration will cause coke formation under the temperature and pressure of the operation causing joint to loosen and re-rolling will not be possible without re-machining the seat.

In the case of minor differences in lengths of tubes, determine the position of the fittings based on the shortest tube length and allow the longer tube to protect somewhat past the inner end of the tube bore.

It is important to start on either the inlet or outlet terminal fitting and proceed in accordance with the line of flow until the final joint is made; it is essential that all fittings be located exactly as called for on the flow diagram.

### TUBE ROLLING GUIDE:

- 1— The I/D of the tubes should be calipered before rolling.
- 2 The chart below shows correct enlargement of I/D of tube to accomplish a tight rolled joint. Where new fittings are used the "Standard Tube Bore" will apply. The chart is also a guide to the correct enlargement of I/D for oversize tube hole bores, since fittings sometimes expand in the tube hole section after repeated rolling.
- 3 As a precaution to prevent joint failures do not over-roll.

Over-rolling may cause splitting of tube ends and flanking of the metal plus over-stressing the fitting around the tube hole section all of which makes for a faulty connection which may fail in service:

1/6° WAIL 7-8	1/4 ⁴⁴ WALL 8-9	3/8 WALL 9-10	1/2 ^{ro} WALL	5/8° WALL	3/4™ WALL	7/8" WALL
			<del>lada ayaa ka yaar</del>	WALL	WALL	LIAN
7-8	8-9	910				
		THE RESERVE TO SHARE	11-12	1314	1516	16-17
8-9	9-10	1011	12-13	14-15	16-17	17-18
9-10	10-11	11-12	13-14	1516	17-18	18-19
10-11	11-12	12-13	1415	16+17	18-19	19-20
11-12	12-13	13-14	1516	17-18	19–20	2021
12-13	13-14	4-15	16-17	18-19	20-21	21-22
13-14	14-15	15-16	17-18	19-20	21-22	22-23
	10-11 11-12 12-13	10-11 11-12 11-12 12-13 12-13 13-14 13-14 14-15	10-11 11-12 12-13 11-12 12-13 13-14 12-13 13-14 4-15 13-14 14-15 15-16	10-11 11-12 12-13 14-15 11-12 12-13 13-14 15-16 12-13 13-14 4-15 16-17	10-11     11-12     12-13     14-15     16-17       11-12     12-13     13-14     15-16     17-18       12-13     13-14     4-15     16-17     18-19       13-14     14-15     15-16     17-18     19-20	10-11     11-12     12-13     14-15     16-17     16-19       11-12     12-13     13-14     15-16     17-18     19-20       12-13     13-14     4-15     16-17     18-19     20-21       13-14     14-15     15-16     17-18     19-20     21-22

Fig. 416

### NOTE:-

"STD. Tube Bors" equals a minimum of nominal tube O/D+0.030" after each rolling operation the tube should be calipered to ensure sufficient expansion. If found that any joints are insufficiently expanded additional rolling must be meet reqd. dimensions.

### 17. RETIREMENT OF OIL PIPING, FURNACE TUBES, CROSSOVER LINES AND TUBE HEADINGS

The inspection department may recommend the retirement of piping, furnace tubes, crossovers, or fittings by reason of excessive thinning of the metal. cracking, bulging, sagging or mechanical damage.

However, no tube, fitting or piping is to be retired without the approval of the process superintendent in charge of the unit.

Furnace tubes, inside the fire box, and crossovers or connections outside the fire box, are retired on a different basis. Crossovers or connections outside the furnace present the same degree of hazard in the event of rupture as any other hot oil piping. Therefore, crossover lines and connections outside a furnace are retired on the same basis as oil piping. Furnaces tubes, being inside the fur-

nace, would in the case of failure normally cause loss damage than a failure outside a furnace. For this reason a lower factor of safety (higher allowable stress) can be used in calculating retiring thickness for a furnace tube.

### Allowable Stresses

Allowable stresses for oil piping and crossovers are those given in the A.S.A. Code for Pressure Piping. These are the same as the allowable stresses given in the Unfired Pressure Vessel Code, with a few differences at temperatures below 650°F.

The application of these very conservative stresses to furnace tubes operating at high temperatures would result in very high wall thicknesses. For example a reforming coil, 4" O.D., 5% chrome, ½% moly tubes, metal temperature 1150°F, the allowable stress given in the A.S.A. Piping Code is only 2200 PSi. The calculated minimum wall thickness in such a case would be 0.68 inches.

For tubes inside a furnace, and under frequent observation by the fur nace firemen, such a high factor of safety is not necessary. Therefore Fig. 420 is used to find allowable operating stresses for furnace tubes. This table shown 25% of ultimate (rupture) strength, or stress to cause 1% creep in 10,000 hours (one year is 9000 hours), whichever is lower. While not so conservative as the piping code stresses in the high temperature range, this table provides ample margin for safety. At least one large company uses the stress to cause 1% creep in only 3000 hours as the basis for furnace tube retirement.

### Pressure

There are two possible situation which must be considered in calculating retiring thickness.

First, calculate on the basis of the normal operating pressure, using the allowable stress for the metal temperature at the normal operating conditions.

Second for a short time both pressure and temperature could go above normal, from instrument failure or misoperation. The extreme situation possible on a furnace coil for example, would be to block in the coil and then heat it. There is no way to determine what pressure or temperature would exist, and hence no way to calculate the metal thickness to withstand the conditions.

However, in almost all cases the maximum possible pressure is limited by either a relief valve or by the maximum discharge pressure of a pump feeding the system. By assuming that the temperature remains at normal operating condition, it is possible to calculate thickness to withstand such a temporary abnormal high pressure.

Now, these abnormal high pressures will not exist for long, as the operator will soon find it and correct it. So, in theory at least, at high temperatures, in the creep range, the calculation should be based on one-fourth of short-time rupture strength. The creep stresses given in the piping code, and in Fig. 420 would not apply, because the abnormal high pressure will not continue long enough to cause creep.

The piping code makes no provision for this, however. So for piping or cross-

overs outside a furnace, there is no choice but to use the allowable stresses shown in the code, even though at high temperatures these stresses are lower than need be for a short-time condition.

On furnace tubes, however, the retiring thickness is calculated two ways. Once, for normal operating pressure with the stresses of Fig. 420 and once for maximum possible pressure (as limited by relief valve or pump discharge) with the stresses of Fig. 421. The higher thickness is chosen.

### Uncertainty

Some provision must be made for uncertainty in measurement, localized or eccentric corrosion, or stresses caused by piping strain. These uncertainties are relatively less important in a thick walled tube or pipe as the uncertainty or the unknown stress would in most cases be a small percentage of total thickness or total stress. But in a very thin wall tube or pipe the uncertainty in measurement or the unknown stresses caused by piping strain may be relatively large as compared to the total thickness or total stress.

To provide for unknown stresses or uncertainties in measurement, arbitrary minimum wall thicknesses are established. A tube or pipe is retired before it reaches this arbitrary minimum, even though the calculated required thickness may be such lower.

For threaded joints, not covered by seal welding, a further allowance must be made for the metal thickness lost in cutting threads.

These arbitrary minimum thick-

nesses are shown in Table II. Furnaee Tube Headers (Plug Type)

For that portion of tube rolled inside the header, exact calculation of retiring thickness is not practical.

In practice, the same wall thickness as calculated for that portion of the tube not supported by the header is used.

For the header itself there are so many stresses from forces other than the pressure that exact calculation is not practical. The recommendations of the manufacturer should be followed. In any case, regardless of temperature, pressure, or material, the following arbitrary minimum wall thickness are recommended for furnace tube headers.

Tube O.D. Minimum Header Wall Thick.

Up to 3½"	0.20"
4"	0.25"
41"	0.30"
5'' and above	0.35"

### Metal Temperature

In order to select the allowable stress, the metal temperature can be assumed equal to that of the fluid inside, for piping or crossovers which are not inside a furnace.

For tubes inside a furnace, the metal will be hotter than the fluid, by an amount which varies with the rate of heat input and the amount of coke inside the tube.

The following relation between fluid temperature and metal temperature can be used, if it is certain coking is the normal expected amount. In the case of very heavy coking, metal temperature may be much higher than shown here. Temperature of Furnace Tube Wall.

remperatur	re of Furnace	Aube wan.
Fluid	Metal	Metal
Temperature	Temperature	Temperature
Inside Tube	Heavy Oil	Light Oil
°F	°F	°F
800	900	900
825	925	925
850	970	950
875	1020 .	980
900	1065	1010
925	1110	1040
950	1160	1070
975		1100
1000		1135
1025		1165
1050		1200

Reference: G. Armistead "Safety in Petroleum Refining".

Fig. 417.

# Cracks, Bulges, Sagging or Mechanical Damage

A furnace tube in which the metal has cracked should be retired, or repaired. Do not confuse cracks in oxide scale, with cracks in metal.

Bulges, sags or damage must be given individual consideration to determine whether replacement is warranted.

### CALCULATIONS

Before calculating determine necessary operating temperature and pressure, and maximum possible pressure. Check these figures with process superintendent.

### PIPING

- I— Calculate minimum thickness (PD/ 2S) using maximum possible pressure, (as limited by relief valve or pump discharge pressure) with allowable stress at notmal operating temperature, from ASA code for pressure piping.
- 2— Check arbitrary minimum from Fig. 417.
- 3— Choose whichever is larger of (1) or (2).
- 4— Add corrosion allowance to find required thickness at beginning of a run.

### **FURNACE TUBES**

Catculating minimum thickness (PD/2S) using:—

- 1— Normal operating pressure with stress from Fig. 420.
- 2— Maximum possible pressure with stress from table 421.
- 3- Check arbitrary minimum from Fig. 417.
- 4— Choose larger of (1), (2) or (3).
- 5— Convert to terms of tube inside diameter for convenient use in

### field.

6— Add corrosion allowance in terms of tube LD.

Required thickness is calculated using the formula

$$t = \frac{PD}{2S} + C$$

Where: T is the total thickness required to permit safe opera-

- tion to the end of next rim.
- P Is the pressure inside, pounds per square inch gage.
- D Is outside diameter, inches.
- S Is the allowable stress for the material at its operating temperature.
- C Is corrosion allowance. C equale the metal loss expected during the run.

PD _____is the minimum thickness 2S _____ to withstand internal pressure.

pD

Note: If the thickness —— as cal-2S culated is less than the arbitrary minimum thickness shown in Fig. 418, use the arbitrary minimum in place of PD/2S.

# CALCULATION FOR PIPING OR CROSSOVERS

Example:—Visbreaker transfer line. O.D. — 6-5/8", seamless pipe.

Material — 4-6% chrome 1% moly.

T°F, flud -- 850 °F.

T°F Metal - Same, 850 °F,

Normal Operating

– 240 PSIG

Pressure _ Maximum

Possible --- 550 PSIG

Pressure

Limited by 550 PSIG relief at inlet to viabreaking coil, can happen if block valve at inlet to reaction chamber is closed.

### CALCULATION

### NORMAL OPERATING CONDITION

S allowable (piping code)

= 12,400 PS1

PD 249 X 6.625"

2S 2 X 12,400 = 0.064 inches (I)

# MAXIMUM POSSIBLE PRESSURE, SHORT-TIME

S Allowable = piping code

= 12,400 PSI.

PD 550 X 6.625"

2S 2 X 12,400 = 0.147 inches.

### ARBITRARY MINIMUM

For six inch pipe, table plain end pipe 0.15 inches.

Of the three, the arbitrary minimum is the largest. Therefore, required thickness is 0.15 inches plus estimated corrosion for the run. Supposing the run is to be one year, and 0.02 loss is expected per year, the pipe would be retired if pipe is thinner than

t = 0.15" + 0.02" = 0.17" wall.

### CALCULATION FOR FURNACE TUBE

Example tubes 147-177, soaker tubes in visbreaker coil.

Service - Heavy oil cracking.

O.D. — 5"

Material — 9% chrome 1% moly.

T°F Fluid — 890°F (estimated by process, dept.).

T°F Metal — 1050°F (Estimated from Fig 417).

p normal operating — 250 PSIG (est. by process dept.).

P maximum possible — 550 PSIG (Limited by relief valve).

### CALCULATION

### NORMAL OPERATING CONDITIONS

S Allowable Fig. 418 = 8.500 at 1050°F

= 0.074 inches.

2 S 2 X 8,500

## MAXIMUM POSSIBLE PRESSURE,

SHORT-TIME
S Allowable=11000 PSI from Fig. 421

= 0.125 inchas.

2. S 2 X 11000

### ARBITRARY MINIMUM

For 5" tube from Fig. 418 = 0.13 inches.

Of these three, the arbitrary minimum is the largest. Therefore required thickness at the start of a run is 0.13 inches plus estimated corrosion. To get the tube I.D. and roll I.D. at which the tube will be retired, proceed as follows:

Tube I.D. = 5"  

$$\frac{2 \times 0.13}{4.74} = 4.74$$
 inches.  
 $\frac{4.74}{4.764}$ 

The manufacturing tolerance on O.D. of tubes is less than 2/64 undersize. Unless the tube O.D. is more than 2/64 undersize due to external corrosion, variation in O.D. can be ignored.

Therefore -

The required I.D. at beginning of run = 4 —— 47/64 minimum corrosion allowance.

If you expect 6/64 incresse in LD. (3/64 per wall) during the run, the tube must replaced, if it is more than 4.47/64 minimums 6/64 = 4.41/64 LD.

In the header roll, the tube O.D. is

alightly larger than the rest of the tube, as the tube is expended to header I.D. the manufactures tolerance on header I.D. is 2/64 to 3/64 larger than the tube nominal size. Rolling may swell the header another 1/64. To get the retiring thickness in the tube roll, then, add 4/64 to the figure calculated in the tube.

4-47/64 plus 4 = 4-51/64 I.D. in roll. We may find more corrosion, usually in the roll than in the tube. Say 8/64 in this example. That tube must be repläced if it is larger than 4-51/64 minimums 8/64 = 4-43/64 in the roll at beginning of

### runarbitrary minimum wall Thickness

Nominai	Pipe Min	imun Wall
Pipe Size	Plain	Ehrended
1)	0.09"	0.12"
2	0.10"	0.13"
21	0.10"	0.15"
3	0.10"	0.15"
4	0.12"	0.17"
5	0.14"	0.19"
6	0.15"	0.20"
Α	0.10"	0.21"

Fig. 418
If threads are covered by seal welding, use valve for plain and pipe.

HEATER TUBES

Actual O.D. inches	Tube Minimum Wall
4.5 or less	0.12
5	0.13 0.14
6.625 8	0.15 0.16
8.625	0.17

Fig. 419.

Allowable Operating Stresses in Furnace tubes, founds for square inch, based on 1% creep in 10,000 hours or 25% of ultimate strength, whichever is lower.

— do not use this table for piping —

Metal	Carbon	5 CR.	9 CR.
Temp. °F	Steel	} Mo.	1 Mo.
0-600	15,000	15,000	15,000
650	15,000	14,700	15,000
700	15,000	14,400	15,000
750	13,700	13,900	15,000
800	12,000	13,500	14,500
850	10,300	13,100	14,000
900	8,800	12,600	13,400
950	5,800	11,800	12,700
1000	3,500	9,300	11,900
1050	<del>-</del>	<b>7,</b> 800	8,500
1100		<b>5,</b> 800	6,000
1150		4,000	4,100
1200		2,600	2,700

Fig. 420

Figures below double line are creep stresses.

Figures above double line are 25% of ultimate strength.

Allowable sbort-time stresses in Furnace tubes, founds for square inch, these stresses are 25% of the ultimate strength.

- do not use this table for piping -

Metal	Carbon	ma / m	
Т.		5% Cr.	9% Cr.
Temp.	Steel	1% Mo.	1% Mo.
r	A-161	A-200-	A-200-
_		Gr. 8	Gr. 9
0-600	15,000	15,000	15,000
650	15,000	14,700	15,000
700	15,000	14,400	15,000
750	13,700	13,900	15,000
800	12,000	13,500	14,500
850	10,300	13,100	14,000
900	8,800	12,600	13,400
950	7,400	11,800	12,700
1000	6,900	11,000	11,900
1050		9,600	11,000
1100		8,400	9,700
1150		7,300	8,300
1200		6,200	6,700

Fig. 421

These stresses are to be used only with the maximum pressure which could be attained by blooking coil outlet, to check for possibility of rupture under such a condition,

# PROPERTIES OF MATERIALS CARBON & LOW ALLOY STEEL *

Form	Nominal	Specific	ation	APPLICATION	
ronn	Composition	Number	Grade		
		SA-283	С	Structural quality. For pressure vesse may be used with limitations see note:	
		SA-285	С	Boilers for stationary service and other pressure vessels	
	C - Si	SA-515	55	Primarily for intermediate and high temperature service	
Plate	C - Si	SA-515	60	_ * _	
P.	C - Si	SA-515	65	_ " _	
	C - Si	SA-515	70	_ n _	
	C - Si	SA-516	55	For moderate and lower temperature service	
	C - Si	SA-516	60	17	
	C - Si	SA-516	65	11	
	C - Si	SA-516	70	1i	
မှ ကို		SA-105		For high temperature service	
Firt		SA-181	1	For general service	
Flange and Fitting		SA-350	LF1 LF2	For low temperature service	
Pi pe		SA-53	В	For general service	
<u>a</u>		SA-106	P	For high temperature service	
€ 50	10:-1/5 Mg.	SA-193	57	For high temperature service Bolt 25 in, dans, or less	
Polting		SA-194	2H	For high temperature service nut	
		SA-307	В	Machine bolt for gomesal una	
				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	

^{*} Data of the most frequently used materials from ASME Code Section II and VIII.

Fig. 422A

### PROPERTIES OF MATERIAL (cont.)

Specific	alion	P	Tensile .	Yield		See Notes
Number	Grade	·	1.000 psi.	1.000 psi.		Morsz
SA-283	C	. 1	55.0	30.0		1
<b>SA-2</b> 85	С	I	55.0	30.0		5
SA-515	5.5	I	55.0	30.0		3
SA-515	60	1	60.0	32,0		3
SA-515	65	1	65.0	35.0		3
SA-515	70	1	70.0	38,0		.3
SA-516	55	ı	55.0	30.0		3
SA-516	60	1	60.0	32.0		3
SA-516	65	1	65.0	35.0		3
\$A-516	70	ı	70.0	38.0		3
SA-105		1	70.0	36.0		2,3
SA-181	I	ı	60.0	30.0		2.3
SA-350	F1:1	ı	60.0 70.0	30,0 36.0		
SA-53	В	ı	60.0	35.0	:	2.3.4
SA-106	В	1	60.0	35.0		.3
SA-193	B7		125.0	105.0	DIAM. ≦ 2%"	
SA-194	211		55.0			
SA-307	В		55.0			5
-						
					-	
	Number SA-283 SA-285 SA-515 SA-515 SA-516 SA-516 SA-516 SA-105 SA-105 SA-181 SA-350 SA-53 SA-106 SA-193 SA-194	SA-283       C         SA-285       C         SA-515       55         SA-515       60         SA-515       65         SA-515       70         SA-516       55         SA-516       60         SA-516       65         SA-516       70         SA-105       5A-105         SA-181       1         SA-350       Lli11 Lli2         SA-53       B         SA-106       B         SA-193       B7         SA-194       211	Number         Grade         Number           SA-283         C         1           SA-285         C         1           SA-515         55         1           SA-515         60         1           SA-515         60         1           SA-515         70         1           SA-516         55         1           SA-516         60         1           SA-516         60         1           SA-516         70         1           SA-105         1         1           SA-106         B         1           SA-193         B7         1           SA-194         211         1	Number         Grade         Number L.000 psi.         Strength L.000 psi.           SA-283         C         1         55.0           SA-285         C         1         55.0           SA-515         55         1         55.0           SA-515         60         1         60.0           SA-515         65         1         65.0           SA-516         55         1         55.0           SA-516         60         1         60.0           SA-516         65         1         65.0           SA-516         70         1         70.0           SA-105         1         70.0         70.0           SA-105         1         70.0         70.0           SA-181         1         60.0         70.0           SA-350         LF2         1         60.0           SA-53         B         1         60.0           SA-106         B         1         60.0           SA-193         B7         125.0           SA-194         211         55.0	Number         Grade         Number 1.000 psi.         Strength 1.000 psi.         Point 1.000 psi.           SA-283         C         1         55.0         30.0           SA-285         C         1         55.0         30.0           SA-515         55         1         55.0         30.0           SA-515         60         1         60.0         32.0           SA-515         65         1         65.0         35.0           SA-515         70         1         70.0         38.0           SA-516         55         1         55.0         30.0           SA-516         60         1         60.0         32.0           SA-516         65         1         70.0         38.0           SA-105         1         70.0         38.0           SA-105         1         70.0         36.0           SA-181         1         1         60.0         30.0           SA-350         1.11/1         1         60.0         35.0           SA-106         B         1         60.0         35.0           SA-193         B7         125.0         105.0           SA-194	Number         Grade         Number I.000 psi.         Point I.000 psi.           SA-283         C         1         55.0         30.0           SA-285         C         1         55.0         30.0           SA-515         55         1         55.0         30.0           SA-515         60         1         60.0         32.0           SA-515         65         1         65.0         35.0           SA-515         70         1         70.0         38.0           SA-516         55         1         55.0         30.0           SA-516         60         1         60.0         32.0           SA-516         65         1         70.0         38.0           SA-106         65         1         70.0         38.0           SA-105         1         70.0         38.0           SA-181         1         60.0         30.0           SA-350         1.171         70.0         36.0           SA-53         B         1         60.0         35.0           SA-106         B         1         60.0         35.0           SA-193         B7         125.0

Fig. 422B

### PROPERTIES OF MATERIAL (cont.)

### NOTES:

- SA-283 C PLATE may be used for pressure parts in pressure vessels provided all of the following requirements are met:
  - The vessels are not used to contain lethal substances, either liquid or gaseous;
  - (2) The material is not used in the construction of unfired steam boilers (see Par. U-1 (e));
  - (3) The design temperature at which the material is used is between -20F and 650F;
  - (4) The thickness of plates on which strength welding is applied does not exceed 5/8 in.;
  - (5) The steel is manufactured by the electric furnace or open hearth process or by the basic furnace or open hearth process or by the basic oxygen process provided this process is permitted in the material specification. (Code UCS-6 (b).
- 2. For service temperatures above 850F it is recommended that killed steels containing not less than 0.10% residual silicon be used. Killed steels which have been deoxidized with large amounts of aluminum and rimmed steels may have creep and stress-inpute properties in the temperature range above 850F, which are sumewhat less than those on which the values in the above table are based.
- Upon prolonged exposure to reinperatures above about 800h, the carbide phase of carbon steel may be converted to graphice.
- Only killed steel shall be used above 850F.
- 5. Not permitted above 450F; allowable stress value 7000 psi.

*MODULUS OF ELASTICITY OF CARBON STEEL MILLION PSI. AT TEMPERATURE,F									
70	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
29.0	28.7	28.2	27.6	26.8	25.9	34.5	23,0	21.0	18.1

"From Transactions of ASME Feb. 1965,

SPECIFICATION		For Metal Temperature Not Exceeding Deg. F.*											
	Namper 1	Grade	-20co 650	700	750	800	850	450	950	1050	1100	1150	1200
	5A-283	С	12.6	-	-		-	-	-		-	-	-
	5A-285	С	13.7	13.2	12.0	10.2	8.3	6.5	-			-	
	\$A-515	55	13,7	13.2	12.0	10.2	8.3	6.5	4.5	2,5	-	-	-
	\$ <b>A</b> -515	60	15.0	14.3	12.9	10.8	8.6	6.5	4.5	2.5	-	-	
	\$A-515	6.5	16.2	15.5	13.8	11.4	8.9	6.5	4.5	2.5	-	-	-
	\$4.515	70	17.5	16.6	14.7	12.0	9.2	6.5	4.2	2.5		-	-
	SA-516	55	13.7	13.2	12.0	10.2	8.3	6.5	4.5	2.5	-	-	-
	SA-516	60	15.0	14.3	12.9	10.8	8.6	6.5	-1_5	2.5	-		-
ļ	SA-516	65	16.2	15.5	13.8	11.4	8.9	6.5	4.5	2.5	-	-	-
	SA-516	70	17.5	16.6	14.7	12.0	9.2	6.5	4.2	2.5	-		-
	SA-105		17.5	16.6	14.7	12.0	9.2	6.5	4.2	2.5			-
-	\$A-181	1	15.0	14.3	12.9	10.8	8.6	6.5	4.5	2.5	-	-	-
	SA-350	LF1 LF2	15.0 17.5	-	-		-	-	-	-	-	-	-
	\$A-53	В	15.0	14.3	12.9	10.8	8.6	6.5	-		-	-	
	SA-106	В	15.0	14.3	12.9	10.8	8.6	6.5	4.5	2.5	-	-	-
	SA-193	B7 <u>≤</u> 2⅓"	25,0	25.0	23.6	21.0	17.0	12.5	8,5	4.5	-	-	-
	SA-194	2H	-	-	-	-	-	-	_				
	SA-307	В	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-		-
-						·——-		:					-
									1				
									ļ	<del> </del>			_
									<u>i</u>				-
		<del> </del>		<del> </del>						-	<del> </del>		
	<del></del>	-						1					-
		ļ			-							ļ 	
								ļ				ļ	ļ

The Stress Values in this table may be interpolated to determine values for intermediate temperatures.

Fig. 423

### 19. ALLOWANCE OPERATING STRESSES IN HEATER TUBES IN PSI

Metal Temp. °F	Carbon Steel Si. Killed	21% Chrome ½% Moly	5% Chrome ½% Moly	9% Chrome 1% Moly	18% Chrome 8% Nickel
650	10,000	10,000	9,460	10,000	14,470
700	9,665	10,000	9,050	10,000	14,300
750	9,080	10,000	8,620	10,000	14,050
.800	8,330	9,800	8,070	10,000	13,800
850	7,500	9,435	7,500	10,000	13,400
900	6,670	8,965	6,950	9,750	12,950
950	5,830	8,385	6,400	9,140	12,300
1000	5,000	7,750	5,840	8,220	11,650
1050	_	7,085	5,290	7,230	11,000
1100	<u> </u>	6,365	4,720	6,230	10,300
1150		5,600	4,170	5,240	9,350
1200		4,765	3,620	4,370	7,000

Fig. 424

### 20. ESTIMATED METAL TEMPERATURE IN HEATER TUBES

Oil Temp. "F		Metal Temperature Heavy Oil Moderate Coking (1/16"-3/16") °F	Metal Temperature Little Coking 1/16" Light Oil		
Up To	600	700	700		
	700	800	800		
	850	970	950		
	900	1060	1010		
	950	1180	1070		
	1000	<u></u>	1135		

Fig. 425

# 21. PRESSURE CALCULATION — COLUMNS SHELL

 Maximum permissible working pressure (MPWP)

$$= \frac{S \times E \times t}{R - 0.4t} = P \dots \text{ in PSI } \dots$$

Where S = Maximum allowable stress value at design temperature, in PSI.

E = Joint efficiency.

R = Radius — outside — in inches.

T = Present thickness, in inches.

Longitudinal Stress (SL) =

$$\frac{P (R - 0.4t)}{2 X E X t} \dots \dots \text{ in PSI.}$$

### HEADS

MPWP (in PSI) for ellipsoidal heads
 X S X E X t

### K X D + 0.2 t

Where: K = Factor depending on head proportion d/2h

D = Inside diameter of the head skirt (inches)

h = One half of the length of the minor axis or the inside depth of the ellipsoidal head (inches).

MPWP (in PSI) for torispherical heads 2 X S X E X t

 $L \times M + 0.2 t$ 

Where L = Inside spherical or crown radius (inches).

M = Factor depending on the head proportion L/R.

R = Inside knuckle radius (inches).

See tables below for M and K:-

Table 1: Values of Factor K
(Use nearest values of D/2H;
Interpolation unnecessary)

D/2h	к
3.0	1.83
2.9	1.73
2.8	1.64
2.7	1.55
2.6	1.46
2.5	1.37
2.4	1.29
2.3	1.21
2.2	1.14
2.1	1.07
2.0	1.00
1.9	0.93
1.8	0.87
1.7	0.81
1.6	0.76
1.5	0.71
1.4	0.66
1.3	0.61
1.2	0.57
1.1	0.53
1.0	0.50

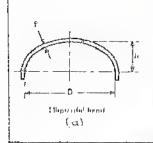
Fig. 426.

Table 2: Values of factor M (Use nearest values of L/R; Interpolation unnecessary)

interpola	tion	diffict	essai,	3 7
Market 1960	114.	ng iber	Q.	-,-
R				M
1.00	n			1.00
1.25	f.		111	1.03
1.50			-	1.06
1.75				1.08
2.00				1.10
2.25				1.13
2,50	n seleta Jakon			1.15
2.75		198	Mary 1	1.17
3.00				1.18
3:25				1,20
3.50				1.22
4.00				1.25
4.50				1.28
5.00				1.31
5.50	•			1.34
6.00				1.38
6.50			e e	1.39
7.00				1.41
7.50				1 42
8.00				1.46
8.50				1,48
9.00				1.50
9.50				1.52
10.00				1.54
10.50				1,56
11:00	1			1,58
11.50				1.60
12.00				.1,62
13.00				1.65
14.00		"		1.69
15.00				1.72
16.00			11 1	1.75
16 2/3		-		1.77
10 2,0				

Fig. 427.

(a) Ellipsoidal



(b) Spherically
Dished
(Torispherical) +

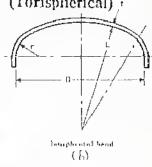


Fig. 428

### Wind Loading

Wind Load (W) =  $P \times D \times H$  in LBS, where p = 20 for heights upto 29 ft.

= 25 for heights (30) to (49) ft.

= 30 for heights (50) to (99) ft.

= 40 for heights (100) to (499) ft.

H = Height above corroded section in ft.

P == Wind pressure in Lbs/sq. ft.

D = Column diameter in ft.

Hending moment (B) = 0,0027 % W 31 H % SF

Where SF = Average shape factor = 9.75

Moment of resistance Z (when Outside dia (DO) < 100)

 $T = \pi \times r^2 \times t.$ Moment of resistance Z (when  $\frac{DO}{T} > 100)$   $100 \times t^2 \times r^2 \times \pi$ 

DO

Bending stress due to wind load (SW)

$$=\frac{B}{X}$$
 X 2240 ..... LB. F/in².

Available stress to resist wind load (SA)

 $= S - SL \dots LB.F./in^2$ .

If (SW) is less than 5A, the maximum permissible working pressure in that given in formulae 1,2,3, whichever is the lesser.

If SW is greater than SA, substract SW from S to give SP.

= SP = Permissible longitudinal stress due to internal press lb.F./in².

MPWP (Combined pressure and wind load).

$$R - 0.4T$$

# 22. HEAT EXCHANGER CALCULATIONS:

SHELL

MPWP for circumferential stress

$$= P = \frac{S \times E \times t}{R - 0.4t}$$

Flange rating A.S.A. B16.5.

BONNET OR DISHED END Torispherical HEAD

$$MPWP = P = \frac{2 \times S \times E \times t}{L \times M + 0.2t}$$

ELLIPSOIDAL HEAD

MPWP = 
$$\frac{2 \times 5 \times E \times t}{K \times D + 0.2t}$$
Flange rating ASA B16.5.

TUBE SIDE CHANNEL

MPWP for circumferential stress

$$\begin{array}{c} S X E X t \\ \hline R - 0.4t \end{array}$$

Flange rating ASA B16.5.

COVER

Flat 
$$P = \frac{S \times t^{2}}{0.3 \times D^{2}}$$
Torispherical 
$$P = \frac{2 \times S \times E \times t}{L \times M + 0.2t}$$
Ellipsoidal = 
$$P = \frac{2 \times S \times E \times t}{2 \times S \times E \times t}$$

TUBE SHEET

The following formulae apply when tube pitch is not less than 1.25 X tube diameter.

Tube sheet temperature (T) =inside (1) +inside (2) +outside (1) +outside (2)

4

..... in degrees F

K X D + 0.2t

FLOATING HEAD TYPE

$$MPWP = S - \frac{2 \times T}{F \times G}$$

Where F = 1.0

G = Mean gasket dia at stationary tube sheet.

U-TUBE TYPE

$$MPWP + S = \frac{2 X T}{F X G}$$

Where F = 1.25

N.B. The MPWP of the shell may be limited by tube sheet thickness if design pressure of shell side is greater than tube side pressure.

23. PRESSURE CALCULATION — VESSELS SHELL

MPWP for circumferential stress!

$$P = \frac{S X E X t}{R - 0.4t}$$

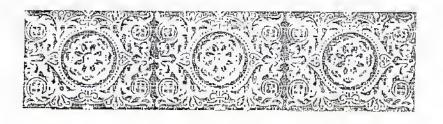
HEADS

MPWP for ellipsoidal heads:

$$P = \frac{2 \times S \times E \times t}{K \times D + 0.2t}$$
MPWP for torispherical heads!

$$P = \frac{2 \times S \times E \times t}{1. \times M + 0.2t}$$





# ثالثا: تاثیرالهیدروچین علی المعادن المعادن المعادن المعادن اعداد المهندس بدری صالح جاسم القدمة:

من المكن مداولة الهايدروجيين بواسيطة الحديد الاعتيادي في درجات الحرارة الاعتيادية ولا انه في ظروف معينة قد يحصل انهيار كاميل للمعدن بتأثير الهايدروجين وان طبيعة الانهيار ميكانيكية ولو أن التأكل يلعب دورا بارزا فيها و

ويحصل الانهيار نتيجة تولد الهايدروجين الذري من تفاعل كيمياوي • فمثلا ان وجود كميات قليلة من كبريتيد الهايدروجيين الرطيب يوليد الهايدروجين الذري على سطح الحديد كما فيي المادلية :_

Fe +  $H_2S$  — FeS  $\dotplus$  2H

ينفذ الهايدروجين الذري خلال مسامات المدن حيث يتحد مع بعضه مكونا الهايدروجين الجزيئي الذي لايتمكن من المخروج من المسامات وعلى مسرور الزمن تبقى كميات لاباس بها من الهايدروجسين الجزيئي محصورة داخل المعدن مولدة ضسفوط كبيرة كافية لتكسير المعدن وانهياره التام •

يكون تمزق المعدن موازيا للسطح • عندمسا يكون الهايدروجين الجزيئي المحصور قريسب مسن سطح المعدن تظهر بثور على السطح • عند فحص التمزق محت المجهر نجد أن النشقق يحصسل خلال مجاميع البلورات • هذا بالنسبة لدرجات الحرارة الواطئة • أما النشققات في درجات الحرارة العالية

فتكون على حدود مجاميع البلورات ·

في درجات الحرارة العاليه يتفاعل الهايدروجين مع كاربيد الجديد مكونا غاز الميتان الدي جزنياله كبيرة ولايتمكن من الخروج من مسامات المعدن ، بذلك متولد ضغوط عالية داخل المعدن تؤدي بالتالي الى تشميقه ،

من المكن منع اتحاد الهايدروجين مع الكاربيد بأضافة عنصر الكروم او التيتانيوم او الفنيديــوم وغيرها التي تثبت الكاربيد لذلك فان معظم سبائك الفولاذ المقاوم للصدأ تقاوم الهايدروجين في درجات الحرارة العالية لاحتوائها على عنصر الكروم •

### انواع التلف :-

ا حجهود داخل المعدن مع تقليل المرونة :يدّون هذا التلف وقتي اذا تمكن الهيدروجين
السدري من معسادرة المسدن • أما أذا
اتحد مكونا جزيئات الهايدروجين التي لاتتمكن من
الخروج فنتولد جهود عالية داخل المعدن تقلسل
من مرونته ويتشقق نتيجة ذلك •

### ٣ ــ ظهور البثور :ــ

عندما ينحصر الهايدروجين الجزيئي في مسامات المعدن تظهر اعراضه على شكل بثور عندما يكون قريبا من السطح •

### ٣ _ التقليل من الكاربون والتشقق:

يتحد، الهايدروجين النافذ مع كاربيد الحديد مكونا غاز الليثان • يحصل هذا التفاعل عندما يكون ضغط الهايدروجين الجزئي اعلى من (١٠٠) باوند / انج مربع في درجات حرارة تتراوح بين (٤٣٠) ف أنى (٦٧٥) ف معتمدة على الضغط • يبدأ هــــذا

التفاعل على السطح ويستمر داخل المعدن مسببا تقليل في تركيز الكاربون على السطح وتحته وتجمم غاز الميثاق داخل فراغات السبيكة ، النتيجة النهائية تكون على شكل تشققات داخلية ،

### الظروف اللازمة لحصول التلف

تكون الرطوبة ملازمة للنوعين الاول والثاني المذكررين اعلاه م عندما يكرن تولد الهايدروجين عن ناكل الاوعية تتاثر عادة الاجزاء ذات المتانة العالة والمسلط عليها جمود كبيرة مثل مراوح فسلفطات الغاز او براغي وصامولات الراس العائم فسي المبادلات الحرارية او الاجزاء الداخلية للصمامات أو نوابض صمامات الامان وغير ذلك ووه التسي يصيبها تقليل في المرونة وتصبح هشة م لقد دلت التجارب انه اذا كانت مثانة الخضوع اقل مسسن ألتجارب أبه اذا كانت مثانة الخضوع تقل طاهرة (٥٠٠٠م) باوند / انج مربع وكان الجهد المسلط المنسق و يجب أزالة الجهد في غطوط اللحلسام والمناطق المحيطة بها وان لاتتمدى الصلادة عسن والناطق المحيطة بها وان لاتتمدى العيسسوب والفراغات الكبيرة وغيرها وكان الحدوش السطحية والفراغات الكبيرة وغيرها وكان الحدوش السطحية والفراغات الكبيرة وغيرها و

اظهرت الاختبارات على انواع من الحديد مثل ASME-A212 اوASME-A212 في ضاوط تشخيلية عاليه عدم تأثرها بالهايدروجين بالنسسة للعينات غير المثلومة مقد اصابها فقدان في المتانسة بمدود (٥٩) بالمائة ، هذا يدل على مدى اهميسة الاعتناء والسيطرة على النوعية عند صنع الاوعيسة المعنية لازالة جميح الفدوش والعيوب ان استعمال

الحديد الكاربوني ذو البلورات الدقيقة مثل السواح A-516 مدولة الهايدروجين الرطب غيير مجدي وغير اقتصادي، وذلك لان هذا النوع الجيد من الحديد يتعرض لتقليل المرونة والتشققات بنفس الدرجة التي تتعرض لها انواع الحديد الاقل جودة،

### طرق الملاج

عندما يكون التآكل هو مصدر تولد الهايدروجين فيجب في هذه الحالة أزالة الهايدروجين الذري ، اما عن طريق منع حصول التآكل او بازالة الملود الكيمياوية التي تسمم سطح المعدن وتمنع اتحاد الهايدروجين الذري لتكوين الهايدروجين الجزيئي

من المكن ازالة التأكل بواسطة تغطية السطح بمواد مقاومة للتأكل او باستعمال سبائك جيدة وهذه الخطوة ضرورية عندما تفشل محاولات ازالية المواد الكيمياوية المسمة وفمثلا تبطن بعض الاوعية بالمواد البلاستيكية اذا كانت درجة الحموضة PH اعلى من (٧) و كذلك بستيط التبطين بالحديد المقاوم للصدا بانواعه المختلفة في حالات كشيرة وظروف متنوعة وان طلاء بعض الاجزاء الصيغيرة بالالمنيرم و مثل نوابض صمامات الامان و شيد النبيارة والمناه المهايدرروجين و النبيارة والمها المهايدرروجين و النبيارة والمها المهايدرروجين و النبيارة والمها المهايدرروجين و النبيارة المهايدروجين و النبيارة المهايدروجين و النبيارة المهايدروجين و المهايد المهايدروجين و النبيارة المهايدروجين و المهايدات المهايدروجين و ا

ان السيانيدات وكبريتيد الهايدروجين تعتبر من ادتر المواد التي تسبب التسمم في الوحسدات التسميلية التي يتواجد فيها الهايدروجين الرطب في هذه الوحدات النشخيلية تزال هذه المواد المسممة بالمافة بولي كبريتيد الامونيوم والاوكسجين حيث بتحولها الى بولى كبريتيدات وتيوسيانات على شرط

أن درجة الحموضة PH تبقى اعلى من (٧) لنع تولد غاز الميثان في درجات الحرارة العاليسة تضاف عناصر الكروم أو الموليدنوم وغيرها التسي لاتتفاعل كاربيداتها مع الهايدروجين الإفي درجات الحرارة العالية جدا لذلك يمكن استعمال انسواع العديد المقاوم للصدأ بصورة مرضية في جميسع درجات الحرارة التشغيلية و

لتجنب حدوث تقليل الكاربون والتشـــققات بالنسبة للحديد الاعتبادي والسبائك يجب التشعيل ضمن الحدود المثبته في مخططات نلسون •

بعض الالواح المناسبة للاستعمال تتضيمان مناسبة المحاورة والمعلم المحبوبة اعتمادا مسائك مشابهة للانابيب والقطع المحبوبة اعتمادا على درجات الحرارة والضغط وحسب مامذكور في مخططات نلسون ان تلبيس الحديد او السيائك بالمحديد المقاوم للصدأ يستعمل كثيرا في مقاومة التآكل في درجات الحرارة العالية ولكن عمليسة التلبيس قد تدخل عوبا جديدة مثل تكون فراغات بين الجدار والتلبيس او تشقق مناطق النحام نتيجة بين الجدار والتلبيس او تشقق مناطق النحام نتيجة درجات التمدد الحراري المختلفة ولكن عملية الصنع مان اللوازم الضرورية جدا واللوازم الضرورية جدا واللوازم الضرورية جدا والله المعلية الصنع مان

اسئلة واجوبسة

ســؤال :ــ

كيف يدخل الهايدروجين في الحديد؟

الجسواب:

ان درجة ذوبان الهيدروجين في الحديد لاباس بها وتزداد بازدياد الحرارة • ينفذ الهايدروجين

الذري خلال الحديد بسهولة و يتكون الهايدروجين الجزئي نتيجة اتحاد الهايدروجين الذري مع بعضه ويبقى محصورا في الفراغات وعلى فترة من الزمان يولد مايسمى بالبثور و يعتقد ان الهايدروجاين الذري يتولد مرة اخرى داخل البثور نتيجة تفكئ الجزيئة في ظروف معينة وبدرجة محدودة وينفذ خلال البنور الى خارج المعدن و

اذا كانت سرعة نفاذ الهايدروجين اعلى من سرعة خروجه تتولد ضغوطا داخل المعدن تؤدي الى تشققه و ان الضغط اللازم لانهيار الحديد يعتمد على متانة الحديد وعلى مدى تساوي تركيبه وعلى حفاته الفيزياوية و ينشأ الهايدروجين الذري على اسطح المعدن من ايونات الهايدروجين في الماء ومن السطح ينفذ الهايدروجين خلال المعدن و

ســـؤال :ـــ

كيف نمنع هذه الظاهرة ؟

### الجسواب :ــ

عندما يحصل التلف في اجهزة التصفية فان الهايدروجين الذري يتولد من خلال التآكل ومان الواضح ان منع حصول التآكل يؤدي الى منع تولد الهايدروجين وهناك طريقة اخرى هي تحسين نوعية السطح بحيث يقلل من قبوله لذرات الهايدروجين وتستعمل في بعض الاحيان السبائك الكرومية او تلبس الجدران بمثل هذه السبائك ، الا ان ايقاف مصدر الهايدروجين الذري هو المالاح الصحيح والعملى والعملى والعملى

سسؤال :_

### المجمواب ــ

ان الضغط العالي من الهايدروجين داخـــل الحديد قد يؤدي الى تكون البثور او التمــزق او متقليل المرونة ويحدث الانهيار عادة خلال اخــه منطقة في الحديــد الملوث Dirty Steel قد تكون اضعف منطقة في غراغ Lamination او اوساخ متولدة اثناء الصنع و اما في الحديـــد النظيف فتكون اضعف منطقة في داخـــل بعض النظيف فتكون اضعف منطقة في داخـــل بعض المبلورات المتصدعة وأن سبب تقليل المرونة هونتيجة المبلورات المتحدة وأن سبب تقليل المرونة هونتيجة الاجهاد الناتيج من ضغط المهايدروجين في الفراغات وللحاد الناتيج من ضغط المايدروجين في الفراغات واعلى من متانة الحديد و

سموال :_

ماهي العوامل التي تنساعد على حصول هذه النااهرة ؟

### الجصواب نــ

يهصل تلسف كبدر بوجسود كبريتيسسد الهايدروجين في محاليا الله العائفي وبوجسوده يحصل نفاذ الهايدروجين بدرجة قليلة غير دلموسة-بوجود الحوامض يحصل تلف سريح ومساتمر ويكون التلف اكثر هجما أذا أجتممت السيائيدات والامونيا ،

### سحؤال ا

ماهي الخطوات الواجب اتباعها لايقاف التلف بالهايدروجين ٢

### الحسراب :--

عند غياب السيانيدات من معاليل كبريتيـــد الهايدروجين الحامضية تضاف عادة الامونيا للتقليل

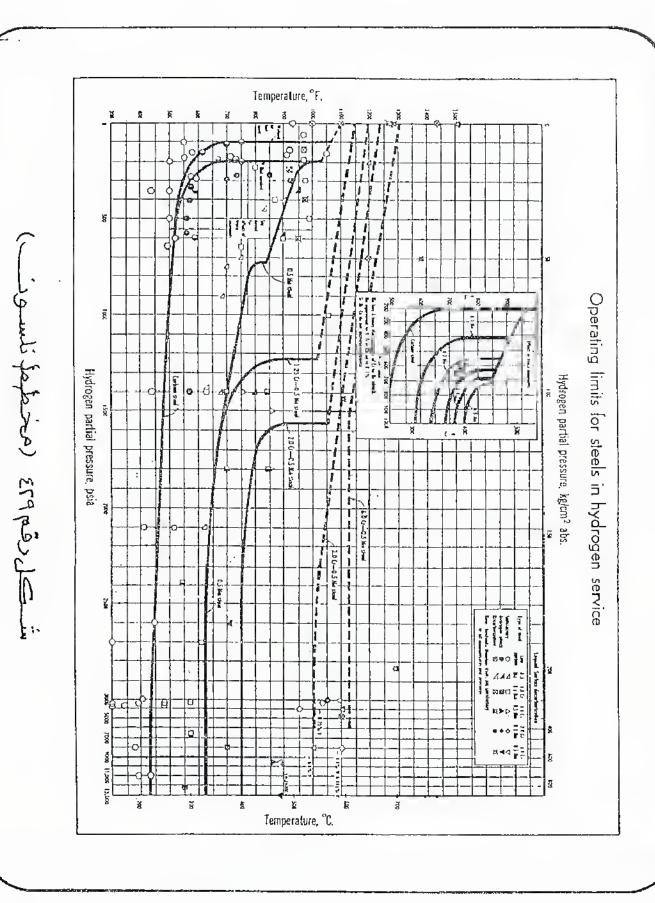
من نفاذ الهايدروجين • الا ان هذه العاريقة غاليــة جدا • كما ان الغسل المكنف بالماء يقلل من الظاهرة ولكن اذا كان الماء قليلا فانه سيزيد من التلف •

اهمية خطوط اللحام في اجهـــزة مداولــة الهايدروجين في درجات الحرارة المالية

في بعض الاحيان يحدث اختلاف في مكونات السبيكة في منطقة اللحام في الاجهزة الحاوية على الهايدروجين الحار ، وهذا الاختلاف قد سبب حوادث خطرة ومكلفة ، سنستعرض قسم منها •

يجب دائما الحصول على تجانس في نسب مكونات السبيكة في جميع اجزاء الاجهزة الحاوية على الهايدروجين الحار وخاصة في منطقة اللحام الا أنه قد لوحظ نقص في بعض عناصر السبيكة في مناطق اللحام ، وسبب ذلك صبحوبة السيطرة على عملية اللحام وعدم تحليل السبيكة بعد اللحام لمعرفة نسب المكونات بالضبط ، عند مصميم منظومة لمداولة الهايدروجين الحار يجب اولا اختيار السبيكة المناسبة التي تمنع تفاعد الهامدروجين مصم الكاربون ، وقد أجريت بحوث الهامدروجين من رسم الكرية في هذا المضمار وتمكن المالم نلسون من رسم مخطط يبين علاقة درجة الحرارة بالضفط الجزئي

مع ذلك فقد لوحظ حصول نقص في بعض عناصر السبيكة في مناطق اللحام في سبائك جيدة الاختيار و لذلك من المهم جدا ان تفحص مناطق اللحام في الأجهزة المشتقلة للتأكيد من مكرشات السبيكة و ان التلف بالهايدروجين الحار هيو تلف تزاكمي Cumulative ويعتمد على فتيرة المحضائة Incubation الني تعتمد بدورها على مقدار النقص في مكونات السبيكة وعلى ثسدة



الظروف التشخيلية .

شرح لبمض الحوادث التي حصلت نتيجـــة نقص مكونات السببيكة في اللحـــام العادثة الاولى

حصل نضوح في خط لحام في حصل بادلة حرارية بيحصل تبادل حراري فيها بدي مغذي احد مفاعلات وحدة تحسين البنزين والناتسج الرئيسي من المفاعلات بعد ثلاث ستوات من تنخيل المبادلة الحرارية ، كانت السبيكة المصنوع منها السادلة الحرارية ، كانت السبيكة المصنوع منها كروم و (٥ر٠) بالمائة مولبدنوم ، بعد الحسادث على الكروم (٢ر٠) بالمائة و اللحام فوجدت نسببة الكروم (٢ر٠) بالمائة و (٣١٠) بالمائة مولبدنوم ، مربع ودرجة الحرارة (٩٥٠) في م

بعد هذه الحادثة تم هنص مناطق اللحام في المبادلات الاخرى المشابهة بواسحة الهحص المناطيسي للكشف عن النشققات وكما تم تحليا، نماذج عنبا ، بعد الفحص وجد تشقق دلخلي أب احد خطوط اللحام الافقية نتيجة نقص في مكونات السعكة ،

### الدادثة النانية

بعد فحص اللحام في احد مقاعلات تحسين المبنوين المصنوع من (١) بالمائة كروم (٥٠٠) بالمائة كروم (١٥٠) بالمائة مولبدنوم وجد بأنه يحتوي على عيوب كثيرة منها وجود بثور فيها غاز الميثان داخل السطح وتتقر على حدود مجاميع البلورات وقلة في نسبة الكاربون مسم تشققات • كانت نسبة الكروم في خط اللحام بسين (٢٠٠٠) الى (٢٥٠٠) بالمائة • ظروف التشغيل كانت

ر ۱۹۰۰ مربع المجانف و (۲۷۷ ۱۹۰۰) باوند / انج مربع صمط جزئي للهايدروجين لم يعرف سبب تكون هذه العيوب و الا أن جميع اللحام ازيا من المفاعل ولحم مرة اخرى و

### المادثية الثالثية

حصل تلف مفاجى، في ثلاث مفاعلات تحسين البنزين مصنوعه من الحديد الاعتيادي ومبطنة بعازل من الداخل، السبب لايعود الى نقص في اللحام وانما كان بسبب تعدى درجات الحرارة التصميمية، كان الفروض ان تكون اعلى درجة حرارة يتعرض لها الجدار الخارجي ٣٠٠٠ ف، الا ان الجهة التشفيلية رفعت درجة عرارة السطح الى (٣٣٠ ـ ٢٥٠) ف، كان الضغط (٣٣٠) باوند/ مربع وحصل الناف بعد سنة واحدة من التشفيل، الحالة المرابعة

تشقق لحام افقي في واحد من اربعة مفاعلات تحسين البنزين المصنوع من (١) بالمائة كروم (٥٠٠) بالمائة كروم (٥٠٠) بالمائة موليدنوم بضغط (٥٠٠) باوند / ألمج عربا عوديا ألى حريق كبير • كان طول التق (٣٦) أنتج • اخلير التحليل الكيمياوي نقص في نعبة الكروم الى (١٢ر٠-١٥١٥) بالمائة ونعبة الموليدنوم السي

بعد التحقيق ظهر ان السلك المستعمل فسي اللحام كان من الحديد الاعتبادي • اما الد السلا ألما الد فكان من الكروم والموليدنوم • لم يجري اي تحليل كيمياوي لنسب السبيكة في منطقة اللحام •

ازيل اللحام من جميع المفاعلات الأربعة ولحم بواسطة سلك جديد وتم التأكد من النسب بالتحليل الكيمياوي •

### المالية الخامسة

حصل تشقق في الرأس العلوي لاحد مفاعلات تحسين البنزين المصنوع من (٥٠٠) بالمائة موليدنوم كان السبب ناتج من استعمال علوق Ring كان السبب غطاء العازل Shroud مذا الطوق ملموما على الرأس العلوي وكالمصنوعا من الحديد الاعتيادي فلم يتحمل الظروف التشغيلية وحصلت فيه تشققات انتقلت عن طريسق اللحام الى الرأس العلوي و

مده الحادثة تبين أهمية اختيار السبائك المناسبة لجميع اجزاء المفاعل سواء التي تحتوي على ضغط أم لا •

من المستحسن تصنيع الاجزاء الداخليسة المتصلة بالجدار بواسطة اللحام من (١٢) بالمائسة كروم حتى تتحمل درجات الحرارة والمستوط التشعيلية ونتكون نسبة لاباس بها من الكروم في منطقة اللحام •

### نتائج بمض التعقيقات

١ ــ يجب على جميع المعنيين الالمـــام
 بالخطورة الجدية التي يتعرضون لها عند تشعيل
 المفاعلات او المبادلات الحرارية وغيرها فوق الظروف
 الامنية التي يحددها مخطط نلسون •

۲ ــ ان طبيعة التلف هو عبارة عن تفسيخ
 داخلي لايمكن الكشف عنه بالفحص من السيطح

قد تظهر بثور في بعض الأحيان ·

إ __ يجب التأكد بالتحليل الكيمياوي ان نسب مكونات السبيكة في منطقة اللحام هي نفسها هـ_ي سبيكة الجدار عند ملاحظة نقص في مكونات السبيكة يزال اللحام كليا ويلحم مرة اخرى •

ة ـ بينت التجارب انه عند انقضاء فترة المصانة بيدا التلف بسرعة ، اظهرت بعض النتائج بان السبيكة تضعف بعد (١٠٠) ساعة بالنسبة لدرجات الحرارة أعلى من ١٠٠٠°ف وحوالسي (٤٠٠)ساعة لدرجة حرارة (٨٠٠)ف ، الا ان هذه الفترات القصيرة من الحضانة لاتعني ان السبيكة ستنهار بسرعة ، انما يجب ان نعلم انه اذا اردنا ان نطيل هذه الفترة فيجب علينا تقليل درجة الدرارة التي تحتبر اهم عامل ،

٦ ــ للهايدروجين الحار تأثير مباشر على مدى
 قدرة تحمل المعدن للوزنLoad Carrying Capacity
 لذلك يحصل تلف كبير في المناطق التي فيها نقص
 في مكونات السبيكة •

٧ ــ ان التشعيل بظروف اعلى من التصميمية

يمرض الاجهزة للخطر الجدي وفي بعض الاحيان تقوم الجهة التشغيلية برفع درجات الحرارة وبدون اعلام الجهة المسؤولة عن حالة الاجهزة ولذلك يجب وضع برنامج دوري لفحص اجهزة الهايدروجين الحار وتحليل نسب مكونات المبيكة في مناطليق اللحام باخذ قطع صغيرة بين غنرة واخرى والحرى واخرى واخ

اختيار السبائك المناسبة لوحدات الهايدروجين والتجزئسة اعتبارات عامسة :_

تختلف ظروف التشغيل من وحدة الى اخسرى ومن الصعوبة تحديد ظروف التشغيل لاي وحدة بصورة مضبوطة مما يجعل اختيار السبيكة المناسبة من الأمور المعدة .

اكثر المعادن استعمالاً في الصناعة هو الحديد الاعتيادي ، ولكنه لايقاوم لفترات طويلة ويتآكل في معظم الاوقات - بن الممكن تنسين آداء بواسطة التغطية ، التبطين ، استعمال مانع التآكل أو برمجة التبديل -

في معظم ظروف التشكيل في وهكدات الهايدروجين يهمل الحديد الاعتيادي مباشرة ويدرس استعمال سبيكة اجود ان الاختيار المناسب يعتمد على الخبرة والمعلومات المتوفرة من التجارب الحقلية .

انابيب الأفسران

من المعلومات الحقلية التي يستفاد منها المصمم

اشتغال انابيب بعض الافران المختلفة لمدة عشر سنوات مرضية • هذه الافران تداول النفط الخام بنسبة كبريت عالية وبالظروف المذكورة ادناه :_ ١ _ في درجة الحرارة (٦٥٠٠) في وضرخط (٢٥٠٠) باوند / انج مربع استعملت انابيب من

(ه) بالمائة كروم و (هو ۰) بالمائة مولبدنوم ٠ ٢ – في درجة حرارة (٧٦٠) في وضعط (٧٠) باوند / انج مربع استعملت انابيب من (ه) بالمائة كروم و (٥ر٠) بالمائة مولبدنوم ٠

٣ ــ في درجة حرارة (٨٦٠) في وفـــغط (٢٥٠٠) باوند / انج مربع استعملت انابيب مـن نــوع Type 304 .

\$ _ في درجة حرارة (٩٥٠) قه وضـــغط (٥٠٠) باوند / انج مربع استعمات انابيب من نوع (٥٠٠) . Type 347

ه _ في درجة هرارة (٨١٠) في وضغط (٥٥) باوند / المح مربع السحطت انابيب دن نوع الفولاذ التاوم للحدا نوع (Type 410).

۲ في درجة حرارة (۲۰۰) في وضغط (٥٠)
 باوند / انج مربع استعملت انابيب من الحديد
 الاعتيادي ٠

ان السبائك المذكورة اعلاه نجحت في العمل لمدة عشر سنوات على الاقل وتعتبر كدليل مهلم

اما المعلومات الخاصة عن ظروف التآكل في درجات الحرارة العالية فتعتبر نادرة جدا .

#### متطلبات عمر المسبيكة

الجدول ادناه يستعمل كدليل عند حساب ماح التآكل Corrosion allowance الجهزة وحدات الهدرجة والتجزئة :_

المجهـــاز أو الفقـــرة	العمسر التصميمي
١ ــ أنابيب المديد الاعتيادي	
٣ ـ خزم المبادلات الحرارية المصنوعة مــن	ه ســـنوات
الحديد الاعتيادي	
٣ _ الاجزاء الداخلية للمضخات	
ا- الانابيب المصنوعة من السيبائك	
٣ ـــ الأجزاء الداخلية لملاوعية والمفاعلات	
٣ ــ أنابيسب الأغــران	
t _ جـدران المضخات Casings	41.
ه ـ حزم المبادلات الحرارية المصنوعة مــن	۱۰ سـنوات
السيمائك	
ح ـ قشر المادلات الحرارية ذات الضغطالو اطيء	
٧ _ الاوعية ذات الضغط الواطيء	
١ ــ المفاعلات والاوعية ذات الضفط العالى	
٢ ــ ابـــراج التجزئـــة	4d Y +
٣ ـ قشر المبادلات الحرارية ذات الضغطالعالى	* / W
- <del>-</del>	

#### المفاعسلات :_

تنشأ المفاعلات حديثا من عدة طبقات Multi لنشأ المفاعلات حديثا من عدة طبقات Layer وهذا التصميم له ميزاته الحسنة وتستعمل السبائك ذات المقاومة العالية للتاكسل للاجزاء الحاوية على المواد الماكلة .

قد يحتوي جو المفاعل على هايدروجين بضغط عالى وكبريتيد العايدروجين والمواد النفطيــــة .

يستعمل الفولاذ المقاوم للصدأ نوع (٣٤٧) لتلبيس الجدار الداخلي وللاجزاء الداخلية • أما فتحات الدخول والفروج Nozzles فيستعمل الفولاذ المقاوم للصدأ نوع(٣١٦) وذلك لصعوبة نوع(٣٤٧) • بالاضافة الى ذلك يستعمل أحيانا سمك (٦) أنج من العازل المصبوب لتبطين المفاعل وذلك لتقليسل درجة حرارة سطح المفاعل •

#### اوعية عرل الفاز عسن السائل

جو هذه الاوعية مشابه تماها للمفاعلات لانها تغذى منها • الاختلاف أن فيها غاء وسائل بدلا من سائل لله من سائل المقلم المقلم

لذلك مان مسواد المنع مشابهة أيضا ،

#### المبادلات المراريسة

من الصعوبة تحديد مواد المسنع للسادلات بصورة عامة لان كل مبادلة لها ظروف هامسسة و يعتمد الاغتيار على حالة المواد الداخلة الى المبادلة أي آذا كانت غازية ، سائلة أو خليط منهما و لذلك تستعمل مخططات نلسون لكل حالة على حسدة و أجريت بحوث واسعة حولتائير كبريتيد الهايدروجين وظهر أن زيادة نسبة الكروم من صفر السي (٥) وظهر أن زيادة نسبة الكروم من صفر السي (٥) بالمائلة لايزيد من مقاومة المتاكل سرعمة التاكل تتوقف عند ضمط جزئي لكبريتيد الهايدروجين بين (١٠-٣٠) باوند /أنج مربع و

معظم المبادلات العرارية تصنع من التديست الاعتيادي اما اذا كانت تبرد بواسطة ماء البصر فتستمل سبينة المنيوم برونز أو البراص منسي ظروف عاسية تستمل سبائك الفولاذ المقاوم للمدا أو التبطين بنوع (٣٤٧) مع أنابيب نوع ٤٠٧٠ بيحصل في معظم الاحيان تاكل جهدي عند توقف الوحدة نتيجة لدخول الماء والاوكسجين و لذلك يجب تجنب دخول الماء الى هذه المبالك الفار الخامل وخاصة لسبائك الفيولاذ بالتي نتاثر بالكلوريد الموجود في الماء و

#### الافسيس أن

الافران نوعان ، نوع للهيدروجين ونوع للمادة النفطية ، قد تكون الانابيب افقية أو عموديـــة ،

تختلف درجات حرارة الهايدروجين من (٥٤٠) في الدخول الى (١١٠٠) في الخروج بضغط حوالي الدخول الى (٢٦٠٠) في الخروج بضغط حوالي المستعمال الفولاذ المقاوم للصدأ المصبوب نسوع ملاحدا المعلوب نسوع فلا يستعمل الفولاذ المقاوم للصدأ بل تستعمل منائل الكروم والمولدنوم منذ المواد النقطية مسائل الكروم والمولدنوم منذ المواد النقطية قد تحتوي على (٥) بالمئة كبريت وتداول بدرجات حرارة بين (٢٥٠٠–٢٠٠٨) في من بينت التجارب أن أستعمال (٨) بالمئة كروم يزيد من مقاومة التاكيل بصورة ملموسة واقتصادية ه

#### اجهسازة الفعسال

يكرن منذي برج النزع بنتج التاكل من والحى، ولكن بدرجة حرارة عالية ، ينتج التاكل من مداولة النفوط ذات الكبريت العالي ، بما أن الضغط والحى، يكون الضغط الجزئي لكبريتيد الهايدروجين والحلى، أيضا لذلك يستعمل الفولاذ المقاوم للمدا المحتوي على (١٢) بالمائة كروم ، قد يستعمل تلبيس من نوع (٥٠٤) على سبيكة أساس نوع للجدار ، تكون الإجزاء الداخلية مصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ نوع الداخلية مصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ نوع

اما بالنسبة لبرج الامتصاص فان الضغط يكون فيه عالى الما الحرارة فواطئة وقد تكون ادنى من درجة حرارة التكثف Dew point مؤدية الى تآكل مائي و لذلك يبطن هذا البرج بفولاذ مقاوم للصدأ نوع (٣١٦) و في برج التقطير يكون الضغط واطئا ودرجة الحرارة واطئة ايضا ويصنع البدرج عادة من الحديد الاعتيادي نوع A-201 gr. A

ويلبس الجزء السفلي بالفولاذ المقاوم للصدأ نوع (٤٠٥) بسمك ٨/١ انج • تصنع الاجزاء الداخلية في المنطقة العليا من الحديد الاعتيادي نسوع A-285 grade C عدا الصواني حيات تصنع جميعها من الفولاذ المقاوم للصدأ نوع (٤١٠) تكون الاجزاء الداخلية في المنطقة السفلي من الفولاذ المقاوم للصدأ نوع (٤١٠) ايضا •

يكون سماح التآكل للمديد الاعتيادي (١/١) انج في المنطقة العليا و (٨/١) انج في المنطقت السفلى اما بالنسبة لبرج التقطير الفراغي فتكون درجة الحرارة في اسفله بين (٨٠٠–٨٠٠) ف واقل من ذلك بكثير في المنطقة العليا • لذلك يستممل تلبيس من الفولاذ المقاوم للصدأ نوع (٤٠٥) على حديد اعتيادي نوع (٨٠٤) على المنطق، أما المنطقة العليا فتصنع من المديد نوع المحديد نوع ٨-201 gr. A

#### كيفية الكشف على التلف بالهايدروجين

بالامكان استعمال الموجات فوق الصوتية من قبل فاحص هاهر لتحليل تركيب بلورات معظم المواد وكذلك يمكن الكشف على أي تغير يحصل في هسدا التركيب وملاحظة وجود تشققات داخلية وقسد أكدت التجارب المختبرية الحديثة أمكانية أستعمال هذه المرجات للكشف على تقليل المرونة في المعدن الناتج من الهايدروجين ومعظم هذه التجارب تقام أذا كانت درجة حرارة سطح المعدن أقل مسسن أذا كانت درجة حرارة سطح المعدن أقل مسسن الماء قد الناهم على الكشف بدرجات حرارة اعلى وساعد الفاحص على الكشف بدرجات حرارة اعلى وساعد الفاحص على الكشف بدرجات حرارة اعلى

#### خطورة الهايدروجين

أن تقليل المرونة بواسطة الهايدروجيين أو أي تلف أخر يسبب مخاطر كبيرة للصناعة النفطية .

لقد حصل انهيار في الاجهزة نتيجة نفاذ الهايدروجين في المصافي النفطية والبتروكيميـــاويات ومعامل نصفية وتجميع الغاز وابار الغاز المحتوي علـــى الكبريـــت •

قامت أحدى الشركات بتبديل ثلاث مفاعـــلات تحسين البنزين بسبب تقليل المرونة وفي فنرة قصيرة حــدا •

#### ماهو تقليسل الرونسة

كما ذكرنا سابقا يتكون الهايدروجين الذري من بمض التفاعلات الكيمياوية مثل :

Fe + H₂S --- FeS + 2H او قد يحصل تفاعل مشابه بوجود ساينـــد الهايدروجين HCN تدخل ذرات الهايدروجين في المعدن عن طريق الفراغات والاوساخ المتكونة أثناء اللحام أو عن طريق الفتحات الطويلة Lamination وتتحد مع بعضها مكونة جزئيات الهايدروجين التي تنحصر داخل المعدن وتضغط عليه مكونة بثور على السطح • هذا يحصل فيدرجات الحرارة الواطئة لعدم تمكن جزئيات الهايدروجين من الخروج يتولد ضغط عالى يقدر بالاف الباونات/أنتج مربسم وتتكون البثور والتشققات في المعدن بذلك يكون المعدن عرضه لجهود كبيرة وينهار على أثرها • أن حصول التشققات السطحية والبثور هي العلامات الوحيدة التي من المكن مشاهدتها والدالة على التلف بالهيدروجين أن المسوحات بالموجات فوق الصونية على سطح المعدن قد تدل على وجود تشـــــققات داخلية أو تكون بثور غير ظاهرة للعين المجردة قبل أن تكبر وتنمو وتشكل خطورة •

ان تعبر وسمو وسما خطوره و تعبر وسمو وسما خطوره و في درجات الحرارة العالية يتحد الهايدروجين الذري مع الكاربيد في السبيكة مولدا غاز الميثان و  $Fe_4C_3 + 12H$   $\longrightarrow$   $Fe_4C_3 + 4Fe$ 

## Fatigue Strength : متانة الكليل ( هذا عبارة عن الجهد الذي يتحمله المعدن لعدد معين من الـــدورات •

ويستخلص هذا الجهد من مخططات عمسر ألكال والجهسده

#### Fatigue Limit ه _ د الكلـــن وهذا عبارة عن متانة الكلل عندما يصبح عدد الدورات كبير جدا وعندما تسبح نهاية المخطط من الجهة اليعنى خط مستقيم بحيث يحصل الكلل بعد عدد كبير جدا من الدورات أو في بعض الحـــالات لايحصل مطلقا ويبقى الخط مستقيما مشيرا السي جهد معين مدو جهد الكلل .

من الهم جدا ممرقة هذه الفاصية عند التصميم وهي عادة مدونة لبعض المعادن والسيائك ولكن لفترة (٥٠٠) مليون دورة فقط

## الموامل المؤثرة على الكال

1 _ طريق تعليط الجهد Compression والمعند دراسة الكلل يغترض أن الجبد منتظم متنير تارة جيد شد وتارة جيد ضغط

الا أن مده الحالة لانتطبق على الحالات المناعبة التي تحتوي على أشكال معقدة من الجهود ، مثل أجتماع المعهد المتكرر والمتعير من الضغط الى الشد مع جهد عابت وجهد قص ، لذلك وجب دراسة كل حالة على هدة وتحليل الجهود السلطة بمسسورة صحيحة لملاهنداء الى نتائج قريبة للواقع • منسلا عند تصميم النوابض Coil springs يؤخذ بنظر Torsion التعرض الاعتبار عامل جهد اللي له النابض خلال عمره التشفيلي *

#### ٢ ـ نوعية المتلف الناتج من الكلل

يختلف التلف الناتج من الكلل من معدن الى اخر من حيث طريقة النكوين ، سرعة النمو وكيفيـــة حصول الانهيار ــ لذلك وجب دراسة نوعية التلف الذي يحصل في السبيكة أو المعدن ، وعند معرفـــة كينية حصول التلف وسرعة نمو التشققات يستطيع الممم الاهتداء الى المعر التشميلي الصحيح للجزء المراد تصنيعه ٠

في بعض المعادن تبدأ التشققات المجهرية ولكنها الأمنمو فاذا بدأت في مراكز الجهد ثم تحركت باتجاء بعيد عن حدم المراكز فيوجد أحتمال كبير أنها تتوقف أو تقل سرعتها • أن سرعة نمو التشققات تختلف بن معدن الى أخر وتعتمد أيضًا على الظــــروف التشميلية ، اجريت تجارب عديدة لقياس طـــول التشققات مقابل تغيير في عدد الدورات • طهـر أن النسق في حالات الجهد الواطي، أطول منه في حالات الجهد العالي ، ظهر أيضا أن الجهد الواطيء يولد شق رفيع ، أما الجهد العالمي فيولد شـــق ڪريشي -

أدا تولد في المدن شق رفيع نتيجةالجهد الواطيء ثم أزداد الجهد الى عالى فان ألشق سينمو بصورة سريعة جدا ، من الناحية الاخرى أذا تولد شت عريض نتيجد الجهد العالي ثم قلل الجهد الى واطىء فأن سرعة نمو الشق ستقل كثيرا .

Stress Concentrations ممنام عوادث الكلل تحصل نتيجة تركر الجهسود في مناطق معينة من المعدن وتنشأ منها التشققات في الممادن المرنة المسلط عليها جهد ثابت مسسستمر يحصل فيها مراكز جهد في مناطق معينة كالثغرات أو

بلورات المعدن أو كان نقط تقليل الكاربون تصــبح مسلحة الميب صغيرة جدا وتستعمل في هذه الحالة طريقــة التخفيف attenuation

في هذه الطريقة يقاس عدد انعكاسات الموجات في السبيكة ومقارنتها بالعدد الحاصل خلال نفسسس السبيكة قبل اشتغالها في مستوى معين من الحساسية أذا قرر أستعمال طريقة التخفيف فيجسنب تثبيت العوامل التالية : __

١ - يكون ضغط المجس على السطح متساو
 لــــكل تجريـــة.

٣ ـ قد يؤثر التاكل الداخلي على نتائج الطريقة

لقد أكدت الخبرة ضرورة السيطرة على العوامل المذكورة أعلاه للاسباب التالية: __ الحاولات الأولى كان الكشف على تقليل المرونة بواسطة نقاط متناثرة على سلطح الوعاء م لم تكن هذه المحاولات ناجحة لعدم أعادة القياس في نفس النقاط ولصعوبة تطابق

ضعط تماس العلورة مع سطح المعدن .

٢ ـ يطرأ تدهور تدريجي على البلورة بين فترات القياس أذا استعملت في مناطق أخرى مما يؤثر على حساسيتها • بذلك لايمكن الحصول على نفس الحساسية في كل نقطة قياس •

٣ ــ نتفير حساسية الجهاز مع الوقت ويجب أخذ ذلك بنظر الأعتبار عند القياس •

إلجهاز بشكل مرضي وقرر أستعمال التصوير الموتوغرافي للاحتفاظ بهذه المؤشسرات والفوتوغرافي للاحتفاظ بهذه المؤشسرات ولالله الصعوبات المذكورة أعلاه تقرر وضم مجسات ثابته على كل وعاء في نقاط معينة على أن تترك على السطح بين فترات القياس ولاتستعمل لاي أستعمال أخر ويوضع المجس في أنبوب صغير مسنن لغرض المحافظة على الوعاء ويحتوي على غطاء مسنن لغرض المحافظة على المجس والسطح مع المحافظة على المجس والسطح مع المحافظة على المجس بين فترة واخرى على على على الحساسية بتعيير كل مجس بين فترة واخرى على على على الحساسية بتعيير كل مجس بين فترة واخرى على على الحساسية بتعيير كل مجس بين فترة واخرى على مقطعة قياسية

شاع أستعمال طريقة المجسات الثابته بنجاح في أجهزة حفر الابار النفطية وعلى محاور الحسركة المعرضية الكلل والجهدد •

# ELECTE LEGICE LE

#### المصدمة الحصرارية

يحمل الكلل المراري أذا زادت جهود التقلس والتمدد الحاصلة من تغيرات درجة الحرارة على متانة الخضوع Yield Strength بالنسبة للمواد غير الهشة م اما المواد الهشة كالزجاج مثلا فانها تتكسر مباشرة (مثل صب الماء الحار في قدح رجاجي ) لهذه المواد يستعمل عبارة (المسدمة الحرارية) .

اما الحديد مثلا غانه لاينكسر مباشرة لانه مرن ويحتاج الى جهود اعلى بكثير من متانة الخضوع لفترة طويلة قبل أن ينهار

#### عمر الكليل

من الممكن حساب عمر الكلل الحراري مسسن معادلات معقدة تدخل فيها كثير مسن الافتراضات الاانه من المستحسن النقار بعين الاعتبار الى خواص المعدن الفيزياوي من جميع النواعي قبل الاختيار م

التمسدد المعراري

مغلف السبائل بعضها عن الاخر في معددها المراري ولكن الاختلافات غير كبيرة ، فمثلا معامل التمدد الحراري لبعض انواع الحديد الاعتيادي تقل عن معامل التمدد الحراري للسبائل Alloy steel

تقريبا بينما يقل معامل التمدد الحراري للسبائك المحتوية على النيكل عن السبائك المقاومة للحرارة المحتوية على الحديد بنسبة (١٥) بالمائة و ولكن الذي يؤسف له انه معظم السبائك المستعملة في درجات حرارة (١٢٠٠-٢٠٠٠) ف لها معاملات تمدد عالية و

امًا نسبة بوايسون فتختلف من سبيكة الى اخرى ، الا انها لاتعطى مجال جيد للاختيار وتؤخذ قيمتها عادة (٣٠٠) لسهولة حل المادلات ، المتيال المسبائك

يكون اساس اختيار المسمم على عدة عوامل اشها المقانة المطلوبة ومعامل التعدد الدراري ودرجة حرارة التشغيل وخواص الزحف وغير ذلك • الا ان الاختيار المناسب يجب ان يلخذ بنظرر الإعتبار المتهارب التي اجريت على السبيكة والخاصية بخواص الكلل الحراري • عذه التجارب وان اختلفت طروفها عن الظروف التشغيلية الا انها ذات فائدة كروفها عن الظروف التشغيلية الا انها ذات فائدة

لدرجات الحرارة التي لاتتعــدى (۸۰۰)ف تحتمل السبائك الحديدية Ferritic steels فوق درجة حرارة (۸۰۰)ف يجب ادراك مقــدار فقدان المتانة للسبيكة متارنة بمعامل التمدد .



كيفية حمسول الكلل

تبدأ عملية الانهيار بتكون تشققات في المعدن و معظم هذه التشققات تنشا على عيوب في احسل المعدن التي تصبح مراكز جهود و أو قد تتشسا التشققات على مناطق ضعيفة مثل الثقوب، الحراف الحادة أو أخطأه في اللحام أو التركيب و بعد ذلك تنمو التشققات الى أن تصبح مرئية ويكون حجمها كبيرا بحيث يضعف المعدن ويحصل الانهيار و لذلك فان عملية الكلل تمر بثلاث مراحل ، مرحلة التكوين ثم النمو و أخيرا الكسر و

تفسر هذه الظاهرة بوجود بلورات ضعيفة في المحدن ، عادة قريبة من السطح تنزلق من مكانها بصورة تدريجية من جراء الجهود المتكررة مكونة تشقات مجهرية وهذه نتمو الى أن ترى بالعين ،

تتمو التشققات في بعض المعادن بسرعة ، بينما تكون بطيئة في معادن أخرى • أذا كان المعدن ذو متانة عالية هان ذلك لايعني أن سرعة نمو التشققات فيه بطيئة بل العكس يحصل عندما يبدأ أحد. الشقوق بالنمو تسبقه مرحلة تكوين شق مجهري

جديد وتتكون تفرعات صغيرة من شق واحـــد او تتكون شقوق جديدة في مواقع اخرى حيث تكـون ملبيمة الانهيـــار مشـــة Brittle

لكون طبيعة الكتل غامنية لحد الآن يستعمل المدمم عادة عامل السلامة في حساباته ويسمى في بعض الاحيان وفي مذه الحالة فقط عامل الجهل •

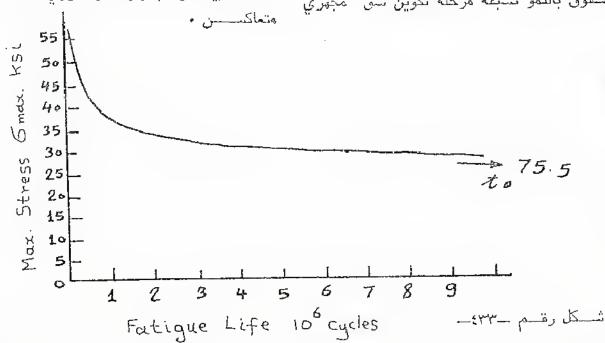
#### خوامس الكلسل

ا مد عمر المسكل Fatigue life وهذا عبارة عن عدد الدورات اللازمة للانهيار تحت ظروف معينة للهيمكن قياس هذه الخاصية الا مالتجارب المختبرية •

#### ٢ _ عمر السكلل التوسيعة

وهذا مطابق لعمر الكال بعد (٥٠) بالمائة مستن الدورات اللازمة لمصول الانهيار .

٣ ــ مخطط عمر السكال والجهد S.N. diagram في هذا المخطط يمثل الخط العمودي الجهد الاعلى بالاف الارطال على الانج المربع • أما الخط الافقي فيمثل عمر المعدن بملايين الدورات كماموضح أدناه لشريط من البرونز الفوسفوري نتحت حنسى



وهذا يسبب تقليل الكاربون في السبيكة وتقليل المرونة وضعف مقاومة السبيكة للجهــود •

#### متى يحمل تقليل المرونسة ؟

#### عنم عدوث تقليل المرونسة

الميثان الدذي يسبب تقليل المرونة .

بالأمكان دفع الخطر بالسيطرة على درجية المحموضة PH داخل الاجهزة ويحقن في بعض الاحيان محلول البولي كبريتيد مع الهواء أذا كانت نسبة السايند عالية وفي حالة الحموضة وعدم وجود السيانيد تستعمل الامونيا المعادلة أن أضافة الكروم والمولدنوم يقلل من أحتمال حدوث تقليل المونية و

#### الكشف على تقليل المرونسة

تكتف الموجات فوق الصونية عن التغيرات التي تطرأ في التركيب الداخلي للحديد في ظروف معينة علية الكاربون في المعدن Decarburization يضعف الموجة المائدة الى الجهاز و تظهر التشققات الداخلية على ناشية الداخلية على ناشية جهاز الكشف و أما الفراغات والفتحات الافقيات وغيرها فتظهر على الشاشة كمؤشرات كبية لعيوب في المحددن و

يؤكد الخبراء المختصون بأن أي مؤشر يظهور على الشاشة يدل على عيب وقد يسبب خطرا كبيراء

لذلك يجب التركيز على المناطق التي تظهر فيها هذه المؤشــرات بصورة مســـتمرة .

#### المسوحات بالموجات فوق الصوتية

أستعملت الموجات فوق الصونية لعدة سنوات في تقييم تركيب البلورات وتأثيرات الكلل وما شابه ذلك و ولكن معظم هذه الاستعمالات كانت مختبرية والمستعملات كانت مختبرية والمستعملات كانت مختبرية بالمورات المرامل وسبائك مشابهة لاتحتوي على المسابعة لاتحتوي الم

لذلك تقرر أستعمال نفس المبدأ للكشف عن تقليل المرونة بالهايدروجين في أجهزة التصفية • وقسد نجحت الطريقة فيدرجات الحرارة أقل من (١٥٠) في بدون اللجوء التي أيقاف الأجهزة عن العمل • هدذه الطريقة من المكن تحويرها لدرجات الحرارة العالية باستعمال التوصيلات الثابتة مع تبريد المجسس أو الباحث بالماء باستعرار •

## شسرح للطريقسة

مطلق الموجات فول الصوتية التي عي عبارة عن موجات ضغطية من بلدورة لهنا خاصنية

piezo-clectric
تجابه طبقة تختلف بكثافتها عن كثافة السبيكة او
او المعدن مثل الشقوق او الفراغات أو الفتحات
رغير ذلك عند الرجوع الى البلورة تتحول
الى موجات كمربائية وتظهر على شاشة الجهاز -

الثقوب أو الاخاديد ، ولكن يحصل في هذه المناطق خضوع yield ينتقل من جرائه الجهد الى الإجزاء الاخرى من القطعة بحيث يكون توزيع الجهسسد متساوي تقريبا .

أما في القطع المعرضة لجهد متكرر متقطع فسلا يحصل خضوع الا في مناطق محددة • لذلك فلان مراكر الجهد في الكلل لها تأثير كبير •

يوجد معامل يستعمل في التصميم يسمى بمعامل مركز الجهد ، وتوجد قيم لهذا المعامل في جداول ومخططات متوفرة لعيوب ، أو ثمرات أو أخاديد واحجام معينة ،

#### ٤ _ حجم القطعـــة

لتانة الكلل علاقة واضحة مع هجم القطعة - القطعة الكبيرة تنهار عادة تحت جهد أقل من القطعة الصغيرة وهذا يعود لكثرة مناطق الضعف أو مراكز الجهود في القطعة الكبيرة •

وقد بينت بعض التجارب المختبرية أن القطع الصغيرة أمتن من القطع الكبيرة

#### ه ــ نسبة دورات الجهد

لكون الجهد متقطع فانه يحصل في مختلصية الترددات حسب الظروف التشغيلية للقطعة، عموما ترداد متانة المعدن بازدياد دورات الجهد المسلط، تكون الزيادة في متانة الكلل ضئيلة لجميع المعادن والسبائك عدا الحديد الاعتيادي في المدى (١٠٠٠ دورة في الدقيقة ، في درجات الحرارة الاعتياديسية ،

#### ٦ ــ الحــرارة الماثية

في درجات الحرارة العالية تتاثر متانة الـــكال بتغير تردد دورات الجهد • مثلا في درجة حــرارة

(۱۲۰۰) في تصبح متانة الحديد المستعمل للمنشات structural steel ضعف قيمتها أذا تغدير التردد من (۲۰۰) الى (۱۵۰۰) دورة في الدقيقة ٠

#### ٧ _ حالــة الســطح

كما ذكرنا سابقا أن معظم تشققات الكلل تتولد على السطح و لذلك فان حالة السطح ومهمة جدا و فالسطح النفسن يقلل من وتانة الكلل بنسسبة (١٥-٢٠) بالمائة و لذلك فان تنميم سطوح القطعة المستعملة بحب أن يتم باعتناء تام مع أزالة جميع الخدوش وبدون حصول جهود أضافية و

يجب الاشارة بان ليس جميع طرق معاملسة السطوح تحسن مقاومة الكلل و فمثلا أن التعطية بالكهرباء electro-plating تقلل عادة من متانة الكلل وذلك بسبب وجود تشققات مجهرية عمودية في العطاء التي تعمل كمراكز جهد و من طرق معاملات السطح الجيدة التي تعملى مقاومة الكلل مي عملية الطرق Peening التي تتضمن طرق القطعة بمطرقة مدورة أو كرة حديدية والتي تدخل جهود ضغط Compressive stresses

التي تساعد على أعطاء السطح متانة جيدة مسد التشققات •

يجب تجنب أستعمال الكوسرة على السطح لغترة طويلة لان ذلك يسخن السطح ويدخل جهود الشد التي لها الاثر الكبير في تقليل متانة الكلل •

#### المحكل الحصراري

يتولد هذا النوع من الكلل من استعمال الحرارة ا بشكل متقطع • حتى آذا كان المعدن مصمم لدرجات حرارة اعنى من التشغيلية الا أنه ينهار نتيجية الـــكلل الحـــراري •

# وليا: المسكلل اعداد: المهنيس بدي صالح باسم

#### 

عند تعرض المواد كالمعادن مثلا بجهود مكتسررة او متقطعة ومتغيرة تحصل فيها حالة تسمى بالكلل مذه الحالة لاتحدث أذا كان الجهد السلط ثابست ومستمر و تتميز المواد التي يصيبها الكلل بفتدان في المتانة والمرونة والعمر التشغيلي و يكون مقدار الجهد خلال المدى المرن clastic range

هذه الظاهرة تحصل نتيجة عدم تجانس تركيب السبيكة أو المعدن ، وتشبه اليحدما سلوك السبيكة عندما تحسبح هشسسة ،

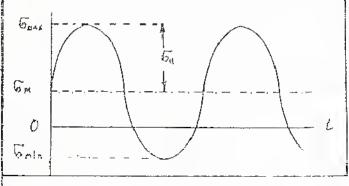
جميع الاجزاء الدوارة معرضه لجهود متغيرة ، وكذلك النوابض التي قد يحصل فيها أنصراف ، واجنحة الطائرة تتعرض لرياح متغيرة واطار السيارة يتشدوه كثيرا بعد الاستعمال ...

معظم الدراسات على هذه الظاهرة تجري على المادن لانها تقدد حرونتا وتسبح عشه جعد الكال لذلك غانها قد تسبب خطورة كبيرة ، أما المسرواد الأخرى فتفقد متانتها أيضا عند الكال ، الا أنها لم تدرس بصورة جيسدة ،

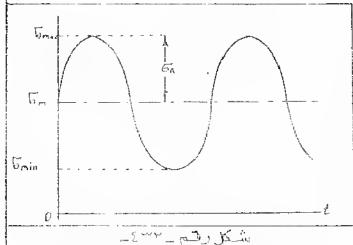
#### جه ود الكيال

من ابسط جهود الكال الجهد المتكرر البسين ادنساه من ابسط جهود الكال الجهد المتكرر البسين ادنساه من ابسط جهود الكال الجهد المتكرر البسين المتحدد المتكرر البسين المتحدد المتكرر البسين المتحدد ا

هذا ينطبق على جهود الحنى Bending التي يتعرض لها الاكسل الدوار وفي هـــده الحالسة تكسون محصلة الجهدد صفر واما أذا تعرض المعدن لجهد ثابت أضافة الى الجهسد المتكرر أعلاه فيصبح المخطط كما يلى : ــ



شکل رقع ۱۳۵۰



تصبح محصلة الجهد تساوي الجهد النابت ، اما الجهد الاعلى .max نبكون مجموع الجهد. التابت مضافا اليه الجهد المتكرر ،

توجد حالات كثيرة في الصناعة تتضمن حهدود متكررة ولكن غير منتظمة منها الجهود المسلطة على الطائرة التي تختلف دائما ولانتبع نظام معين •

Just Lind Visil كالمنافع والمعالون aigul starb .

# ولسباك والمعادن المهندس بري صالح جاسم

و (۸) نیکــل ۰

يحتوي الحديد الصب على (٢ر٣) الى (٢ر٣) بالمائة كاربون و (١) الى (٥٧ر٢) بالمائة سليكون توجد سبائك من الحديد المسب تحتوي ايضا على نسب من الكروم او النيكل ٠

يوجد نوعان رئيسيان من سبائك الحديد ، النوع الفريتي Ferritic والنوع الإوستينيتي

Austenitic يتضمن النوع الاول على الحديد الكاربوني والسبائك ذات النسب الواطئـة والمتوسطة والعالية ، اما النوع الثاني فيتضـمن الفولاذ المقاوم للمـدأ نوع (١٨ر٨) و (٢٠ر٠٠) و (٢٩ر٢٠) .

يكون الحديد الصب فريتي وقسم من سبائك المديد الصب اوستينيتي مثل Ni-Resist الصبائك الفريتية

يتكون تركيب هذه السبائك من نوعين مسن البلورات النوع المسمى بالفرايت cementite النوع الماني سمينتايت cementite الفرايت هو عبارة عن حديد نقي طري ومرن الما السمينتايت فهو مركب كيمياوي من الكاربون والحديد Fe₃C ويكون هشا الذلسك فأن جميع هذين المركبين يعطي الحديد المرونية والصلابة العالية في نفس الوقت وتعتمد متانية ومرونة الحديد على نسب وجود هذين النوعين من البلورات او بمعنى اخر على التركيب الكيمياوي، فمثلا كلما كانت نسبة الكاربون عالية كانت نسبة

السبائك الحديد وبصورة رئيسبه الحديد الكاربوني الحديد الكاربوني الكاربوني الكاربوني الكاربوني سبيكة من الحديد والكاربون بنسب من الكاربون تتراوح من (١٠٠١) الى (١٠٧٠) بالمائة والكاربون تتراوح من (١٠٠١) الى (١٠٧٠) بالمائة كاربون الحديد المستعمل للانشاءات كاربون و بينما يحتوي الحديد المستعمل للانشاء كاربون و بينما يحتوي الحديد المستعمل للحسام على (١٥٠٠) بالمائة كاربون كحد اعلى من احدد النواع الحديد ما يسمى بالحديد القابطل للطرق mild steel

في بعض الاحيان تضاف عناصر جديدة السي الحديد الكاربوني فتسمى السبيكة الناتجة سسبيكة. حديدية • اذا كانت نسبة العناصر الجديدة اقل من (٥) بالمائة تسمى السبيكة بذات النسبة الواطئة الى (١٠) بالمائة فتسمى السبيكة بذات النسبة بين (٥) المتوسطة المتوسطة المتوسطة المتوية على (٥) بالمائة كزوم او (٩) بالمائة كروم التى غالبا ماتستعمل في انابيب الافران •

اما السبائك المحتوية على اكثر من (١٠) بالمائة من المناصر الجديدة فتسمى السبائك ذات النسبة المالية high all y مثل الغولاذ المقاوم للصدأ نوع (١٢) بالمائة كروم أو (١٨) بالمائة كروم

السمينتايت عالية ايضا وبالعكس ، أن أضافة عناصر جديدة قد تؤدي الى تقوية الفرايت ،

عندما تسخن السبائك الفريتية فوق درجية مرارة معينة تبدأ بلورات السمينتايت والفراييت بالذوبان بعضها في الاخر مكونة نوع جديد يسمى الاوستينايت الذي هو عبارة عن محلول صلب من الحديد والكاربون واي عنصر لخر • تختلف درجة المرارة التي يحصل فيها هذا التغير باختلاف نسب المكونات • فمثلا تكون (١٢٥٠) ف للحديد القابل للطرق و (١٥٠٠) ف للحديد المحتوي على (١٢) بالمائية وللفولاذ المقاوم للصدأ المحتوي على (١٢) بالمائية كروم • عند التبريد البطى • يتحول الاوستيناييت مرة ثانية الى الفرايت والسعينتايت •

يحتوي الفولاذ المقاوم للصدأ . S.S. عادة على اكثر من (١٣) بالمائة كروم ، ويسمى مقاوم للصدأ لأن مقاومته للتآكل ترتفع بصورة ملحوظة في نسبة (١٢) بالمائة كروم وتستمر بالارتفاع كلما زادت نسبة الكروم «

لأتستعمل السبائك الفريتية في درجة حرارة اعلى من تلك التي يتكون فيها الاوسنيدايت وذلك لتجنب تفير التركيب ولتجنب الاكسدة م الا أن في حالات ترسب الفحم أو الاخطاء التشهيلية أو الحرائق أو التصميم غير الجيد تتعرض هذه السبائك لدرجات حرارة مفرطة م

ب ــ السائـــك الاوستينيـــة

في السيائك الفريقية بتكون التركيب الاعتيادي من الفرايت والسمينتايت الناتجة من تبريسسد الاوستينايت تحت درجة حرارة معينة ، توجسد سبائك تحتوي على تركيب كيمياوي معين بحيث ينتج اوستينايت مستقر الى حد درجات الحسرارة

الاعتيادية تسمى هذه السبائك الاوستينينه • توجد أنواع متعددة من هذه السبائك الا أن النوع الشائح الاستعمال في المصافي هو الفولاذ المقاوم للصدأ •

تحتوي هذه السبائك على العموم على اكتر من (١٢) بالماقة كروم و (٦) بالمائة نيكل لتثبيت الاوسستينايت ، من السبائك المعروفة (١٨) كروم (٨) نيكل ( نوع ٣٠١ ، ٣٠٣ ، ٣٠٣ ، ٢٠٣ ، ٣١٦ ، ٣٢١ ) و (٣٥) كروم (٢٠) نيكل (نوع ٣١٠ ) و (٢٠) كروم (٢٠)

يحتوي التركيب الاعتيادي لهذه السبائك على بلورات من الاوستينايت فقط ، عند التسخين والتبريد لاتحصل اي تغيرات في البلورات علفلك لاتعارض هذه السبائك للتصلب أو انفصلات الكاربون Graphitization

ج ـ المديد المسب

من مميزات الحديد الصب انه يحتوي علسى

نسبة كاربون عالية ، بينما يكون الكاربون ذائبا في تراثيب المداباتك الاغرى ، الا انه توجد زيادة منه غير ذائبة في الحديد الصب ، ويوجد الكاربون الزائد على شكل اضلاع من الفحم في نسيج من البلورات ، ان هشاشة الحديد الصب هي بسبب وجود اضلاع الفحم المذكورة التي تقال من متانته ومرونته عندما ينكسر سطح الحديد الصب يظهر اللهامادي الرمادي الناتع من وجود الفحم المذلكيسمى المحديد الصب في بعض الاحيان بالحديد الرمادي ،

يوجد نوعان رئيسيان من الحديد الصحب مستعملة في المصافي ، النوع الفريتي والنسسوع الاوستينيتي ، في النوع الفريتي يوجد الفحسم

في نسيج من الفرايت والسمينتايت • بينما فلي النوع الاخر يوجد نسيج من الاوستنايت • لكون الحديد الصب هشا وضعيف المتانة للم يستعمل بصورة كبيرة داخل الوحدات التشغيلية وخاصلة الحاولة المواد الهايدروكاربونية • قد يزداد استعمال الحديد الصب في الممافي وذلك لاستحداث نسوع جديد اكثر مرونة يسمى ductile Iron في مذا النوع الجديد يوجد الفحم بذكل عقدد في مذا النوع الجديد يوجد الفحم بذكل عقدد خواصه الميكانيكية بين الحديد الصب والسلطائك الحديديات •

٢ - السبائك والمعادن عير المديدية

Non-Ferrous metals & alloys هذه تحتوي على نسبة حديد اقل مــن (٥٠)

بالمائة • تعتمد التسمية على العنصر الدذي نسبته اعلى من (٥٠) بالمائة • لذلك فأن الموني سبيكة من بالمائة نيكل و٣٠ بالمائة نحاس) يمتبر سبيكة من النيكل •

#### أ ــ النيكــل وســـبانكه

يستعمل النيكل النقي والمونيل لمقاومة التآكل في درجات الحرارة الواطئة •

توجد سبائك النيكل والموليدنوم والحديد بمكونات متنوعة ويطلق عليها اسماء مختلفة مثل هاستيلوي (ب) ( ٢٢ نيكل ، ٣٢ موليدنسوم ، ٢ حديد ، ) والاليوم ي (٥٨ نيكل ، ٢ نحاسس ، ٢ حديد ، ٢٠١ منغنيز ، ٢٢ كروم ، ٦ موليدنوم ، ٢ ديد ، ٢٠١ منغنيز ، ٢٢ كروم ، ٦ موليدنوم ، ٢ ديد ، ٢٠١ منغنيز ، ٢٢ كروم ، ١ موليدنوم ، ٢ ديد ، ٢٠١ منغنيز ، ٢٢ كروم ، ١ موليدنوم ، ٢ ديد ، ٢٠١ منغنيز ، ٢٠١ كروم ، ١ موليدنوم ، ٢ ديد ، ٢٠١ منغنيز ، ٢٠١ كروم ، ١ موليدنوم ، ٢٠٠ سيليكون ) وتستعمل في المصافي لمقاومة التآكل

في درجات الحرارة المتوسطة تستعمل سبائك النيكل والسيليكون ، مثل الهامستيلوى S والاليوم S لمقاومة التاكل بجامض الكبريتيك ، هذه السبائك مصبوبة وهشمة ه

يوجد ايضا سبائك النيكل والكروم مثــــل الانكلولوي الانكلونين التي تســتعمل لمقاومـــة التآكل في درجات الحرارة المتوسطة ولخواصـــها المتميزة في درجات الحرارة العالية • يســـتعمل الانكلولوي (٨٠٠) (٢١ كروم ، ٣٢ نيكل ) لمقاومــة التآكل الكيمياوي بينما يستعمل الانكلونيل (٢٠٠) (١٥ كروم ، ٢٦ نيكل) لمتانته الكبيرة في درجــــات الحرارة العالية • يشابه تركيب هــذه السـبائك الفولاذ المقاوم للصدأ الاوستينيتي •

في بعض الاحيان تستعمل سبائك النيكل في حالة Cold working لزيادة المتانة • بعض سبائك النيكل مثل المؤنيل K والانكونيل مثل المؤنيل K والانكونيل heat treated تستعمل في حالة معاملته حراريا

ب ـ ائنداس وسبائكه يستعمل النحاس النقي في المصافي للموصلات

الكهربائية والحشوات ولمقاومة التآكل ، من بعض سبائك النحاس / ميكل بيكل ، من بعض نيكل ، من بعض نيكل ،

#### ج ـ الالمنيوم وسبائكه

يستعمل الالمنيوم وسبائكه في وحسدات التصفية لمقاومة التآكل في المنشآت التي يجب ان يكون وزنها خفيفا .



#### REFERENCES

- 1 Harmer E. Davis: "The testing and inspection of engineering materials", McGraw — Hill, New York, 1955.
- 2 ASME: "Unfired pressure vessels", ASME, New York, N.Y. 10017, 1965.
- 3 Robert C. McMaster: "Nondestructuve testing handbook," in two volumes, the Ronald Press, New York, 1963.
- 4 W.E. Schall: "X-Rays," Bristol: John Wright, 1961.
- 5 J. Krautkramer: "Ultrasonic testing of materials," New York, 1969.
- 6 J.F. Strachan: "The Petroleum refinery engineer's handbook," E. & F.N. Spon, London, W.C.2, 1955.
- 7 Taylor Lyman: "Metals handbook," the American Society for Metals, Ohio, 1986.
- 8 D.E. Dickie: "Rigging Manual," construction safety association of Ontario, Canada, 1975.
- 9 D.E. Dickie: "Crane handbook," construction safety association of Ontario, Canada, 1975.
- 10 Arthur L. Phillips: "Welding handbook," in four volumes, American welding society, New York 18, N.Y., 1960.
- 11 Omer W. Blodgett: "Design of welded structures," Lincoln Arc welding, Ohlo, 1972.
- 12 -- "Procedure handbook of Arc We-

- lding," the Lincoln electric company, Cleveland 17, Ohio, 1962.
- 13 T.B. Jeffer Son: "Metals and how to weld them," the James F. Lincoln arc welding foundation, Ohio, 1972.
- 14 -- "The procedure handbook of arc welding," the Lincoln electric company, Ohio, 1973.
- 15 NACE: "Basic corrosion course," NACE.
- 16 ASTM: "ASTM standards book," ASTM, Philadelphia, 1969, 1970.
- 17 API: "Guide for inspection of refinery equipment," American petroleum institute, New York, N.Y. 10020, 1961.
- 18 "Radiographs of Welds," International institute of welding, Sweden, 1961.
- 19 B.S.: "British standards," London, 1962.
- 20 "Electric welding," Brown, Boveri, Switzerland, 1961.
- 21 F. Koenig Sberger: "Welding technology," London.
- 22 Felix Wuttke: "Gas welding," Technical fundamentals, Leipzig.
- 23 The Wells-Krautkramer: "Blue book," Ultrasonic testing school, Wells, U.K.
- 24 Struers: "Metallography," Leaflets of struers scientific instruments, Copenhagen, Denmark.
- 25 A.C. Davies: "The science and practice of welding," Cambridge, Uni., 1972.

- 26 Robert E. Reed-Hill: "Physical metallurgy principles," New York 1974.
- 27 S. Timoshenko: "Strength of materials, Princeton, New Jersey, 1963.
- 28 1. Kamenichny: "Heat treatment handbook," Moscow, 1969.
- 29 Cedric W. Richards: "Engineering materials science", London, 1961.
- 30 ASTM: "Handbook of industrial metrology", ASTM, 1967.

# 

#### Note:

The editing committee wishes to thank greatly the institutions and companies whose books and standards are mentioned in the references above and from which some photographs and information have been used in this book. We mention especially the American Petroleum Institute and the American Welding Society and the British Standard Institution.

Because time for printing this book was very short, it was not possible to obtain the required permission for those photographs and information.

We are confident that those institutions and companies who are well known for their efforts in spreading scientific knowledge to all industries, will be happy to have shared in this book.

We also thank the authors of books mentioned above from which our experience has expanded.

Bedri S. Jassem for/Editing Committee

#### ملاحظ الما

تشكر هيئة التحريب المؤسسات والشركات المصدرة للكتب والانظمة المذكورة في حقل المصادر اعلاه وخاصة مؤسسة البترول الامريكية وجمعيبة اللحام الامريكيبة وهيئبة المقاييبس الامريكيبة التبي اخسخت قسم مسن الصور والمعلومات القيمة من مطبوعاتها في هذا الكتاب ، ولم يسمح الوقت لاخبذ الموافقيات الاصولية ولو أن هيئة التحرير على ثقة تامة بان هذه المؤسسات والشركات المشهورة بالتعاون الكبير في نشر العلم في كافة ارجاء الصناعات العالمية سوف يقابل هذه الخطوة بكل رحابة صدر ،

كما وتشكر هيئة التحريــر مؤلفي الكتــب المذكورة في حقل ألمصادر والتي اســتفادت منهــا الهيئة استفادة كبيرة م

بدري مسالح جاسم عن / هيئـة التحريــر

## استرك

وردت بعض الإخطاء سهوا وهي لاتفلى على القارىء الاريب -

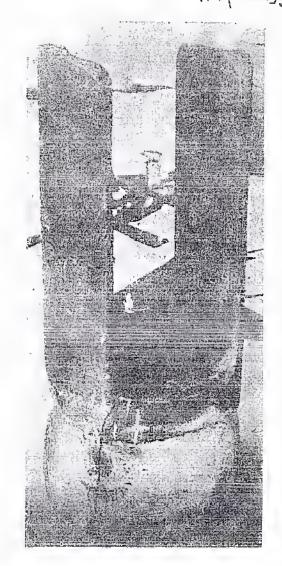
وفيها يلي ايضاح لها مممدرة:

١ ــ لم يرد بعد نهاية العمود الايسر مــن
 مفعة ٣٧٣ مباشرة الشكل الاتــي وهـــو
 برقـــم ١٧٨ :

٢ ــ يكون النص في بداية الصفحة (٤١١)
 قبل الجدول كما يلي :

نسبة الانتقال /= وزن المعدن المنتقل في السلك ×١٠٠٠

وهذه النسبة في الحالات الاعتيادية تتراوح عربه/ ه عربه/ بعض الامثلة لاسلاك اللحام المستعملة في النحام المسلب: -



# ق م رس

19	الفعسل الاول ـ التاكـل
۲.	اولا _ نظررية التاكل
77	ثانيــا ــ أنواع التاكــل
4.4	ثالثا ـ طرق الحماية من التاكل
٣3	رابما ــ حمايــة الاجهزة المتوقفــة عن التشفيل
70	خامسا ــ بعضـــ مشاكل التاكل في مصـفي المدورة
٧٠	المفسسل الثانسي مساهوزة وطسرق الفهم
٧١	اولا ــ المحصس البصــري
77	ثانيا ـ الفحمس المطرقي
٧٣	ثالثا ــ الفحص بالذبذبات قوق الصوتية
9.8	رابعا $oxedsymbol{\perp}$ الفحص باشعة $ imes$ وكاما
111	خامسا _ الفحص بالسوائل النافسذة
171	سادسا أسالفهمس المغناطيسي
177	سابعها _ الفحمس المجهري
107	ثامنا ـ الاختبارات الميكانيكية
19.	و تاسعاً ــ الفحص غير المتلف ــ حدوده وقدراته
199	الفصسل الثالث - فخصس الاجهازة النفطيسة
7	اولا ــ فحص الاوعية التي تعمل بضغط
777	ثانيا _ خحص المبادلات الحرارية
*37	ثالثا _ همص المراجل البخاريـة
377	رابمسا ــ فحص الافران والمداخسن
3.27	خامسا _ فحمس الانابيب ج
<b>TRA</b>	سادسا ــ فحص صمامات الامان
414	سابعا ــ فحص الخـــزانات

1

roy	م ثامنا _ فحص الرافع_ات
سرو	مسما _ فحص حبال الرفع الفولاذية
171	ب المصل الرابسيع - اللحسسام
497	اولا ــ خواصس الممــادن
441	ثانيا ــ عرض عسام لاساليب اللحــام
5 = km	ثالثــا ـــ اللحام بالقوس الكهــربائي
£•∨	رابعا ــ اسلاك اللحام بالقوس الكهربائي
0/3	خامسا ــ ضوابط عملية اللحام بواسطة القوس الكهربائي
\$ 77W	سادسا _ اللحمام بالغماز
733	سابما ــ الطــرق الحديثــة في اللحــام
€0 ~	نامنا ــ اللحام الناجح وكيفية تحتقيقه
473	تاسعا فحص واختبار في صلات اللحام
<b>{Y</b> }	معاشرا للصلوق اختبار اللحامين
٤٨١	كالمدي عشر ــ أزالة العمد
{AY	الفمسل الخامس أسس المفحص العندسي
\$14	أولا ــ ظاهـرة الزحف
£97	ثانيا _ المادلات والحسابات المستعملة في الفعص الهندسي
$\{(\frac{k}{2n})^{p^2}\}$	نالئا حـ تاثير الييدروجين على المدادن
700	رابسيكل
ire	المنعل السادس - المعالمة والعادن المستعملة في سناعة التصفية
0 JA	ـ السبائك والمعادن الستعملة في صناعة التصفية

( !